~~H. L. N. 160~~

8°. H. lit. u. 109.
(43

~~3~~
Geschrohk

<36603667310012

<36603667310012

S

Bayer. Staatsbibliothek

Encyclop. 137.
Hist lit Syst Comp. 39.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Geſchichte
der
Phyſik
seit der Wiederherſtellung der Künſte und Wiſſenſchaften
bis auf die neueſten Zeiten

von

Johann Carl Fiſcher,
der Philoſophie Prof. zu Jena und verſchied. gelehrten Geſellſchaften
Ehrenmitgliede.

Siebenter Band.

Mit drey Kupfertafeln.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1806.

Geſchichte
der
Künſte und Wiſſenſchaften
seit der Wiederherſtellung derſelben bis an das Ende des achtzehnten Jahrhunderts.

Von
einer Geſellſchaft gelehrter Männer
ausgearbeitet.

Achte Abtheilung.
Geſchichte der Naturwiſſenſchaften.
I. Geſchichte der Naturlehre

von
Johann Carl Fiſcher.

Siebenter Band.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1806.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

An die

Herren Pränumeranten

der

Geſchichte

der

Künſte und Wiſſenſchaften.

Nach der bey der 18ten Lieferung abgelegten Berechnung ſoll die 19te Lieferung beſtehen aus = = 86½ Bogen.

Ich liefere davon jetzt:

Bouterwek Geſchichte der Poeſie. 5. Bd.	=	22 Bogen.
Fiſcher Geſch. d. Phyſik. 7. Bd. (mit 3 Kupf.)	68	=
	Summa	90 Bogen.

Mithin wird die folgende (20te) Lieferung aus 88½ Bogen beſtehen müſſen.

Göttingen am 6. Junl. 1806.

J. F. Röwer.

Zweyter Abſchnitt.

Von den Meynungen und Entdeckungen in der beſondern Naturlehre.

Erſtes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Lichte.

Weſen des Lichts.

Euler hatte durch ſeine außerordentlich ſchöne Anwendung der Mathematik auf ſeine Hypotheſe über das Weſen des Lichts die meiſten Phyſiker ſeiner Zeit verleitet, dieſe als die wahre anzunehmen. So ſagt Erxleben [a]): "mir kommt noch immer die Euler'ſche Theorie von der Natur des Lichts wahrſcheinlicher vor, als die Newton'ſche, und es ſcheint mir, als ob bey ihr verſchiedene Schwierigkeiten nicht ſtatt finden, die bey Newton's Theorie vorhanden ſind. Hieher gehört außer andern beſonders noch dieſe Erfahrung, daß manche Körper dadurch noch durchſichtiger werden, daß man ihnen eine größere Dichtigkeit giebt, welche ich nach Newton's Theorie nicht begrei-

a) Anfangsgründe der Naturlehre. §. 313.

greifen kann. Dennoch geſtehe ich gern, daß man nicht wirklich zu beweiſen im Stande iſt, daß Newton Unrecht habe, und vielleicht wird man der großen Feinheit des Lichts wegen niemals mit völliger Gewißheit ausmachen können, auf welcher Seite die Wahrheit iſt.“ Auch Karſten [b]), der erſte, welcher die Grundſätze der Chemie mit der damaligen Phyſik ſchweſterlich zu verbinden anfieng, neigt ſich noch auf Eulers Hypotheſe. Allein ſeitdem Wilke entdeckte, daß beym Schmelzen des Eiſes eine merkliche Wärmemenge verſchluckt werde, und ſeitdem die wichtigen Entdeckungen der Luftarten durch Prieſtley und Lavoiſier gemacht wurden, fieng man auch bald an, das Licht als eine eigene Materie zu betrachten, und ihr, wie jeder andern Materie, Verwandtſchaft mit den übrigen Körpern beyzulegen. Und nach dem Urtheile des Hofr. Lichtenbergs [c]) reicht Eulers Vibrationsſyſtem vermittelſt einiger Hülfsfiktionen zwar hin, zu erklären, wie Helle, Hellheit ſo entſtehen kann, wie wir ſie bemerken (und aus dieſem Geſichtspunkte iſt das Licht bisher faſt einzig betrachtet worden), aber nicht, ohne Fiktionen mit Fiktionen zu häufen und allen Weg der Analogie gänzlich zu verlaſſen, wie ſo viele andere Wirkungen des Lichts ſtatt finden können. So ließe ſich der Geruch der Schwefelleber ſehr gut durch Vibrationen erklären, aber nicht die übrigen Einwirkungen der Schwingungen, z. B. auf die Auflöſungen der Metalle. Man dürfe mit Zuverläſſigkeit behaupten, daß, ſeitdem man angefangen habe, das Licht als einen Körper mit allen ſeinen Affinitäten zu betrachten, verbunden mit ſeiner Ge-

b) Anfangsgründe der Naturlehre. §. 405.

c) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre. §. 308. Anmerk.

Geſchwindigkeit, endlich ein Tag in den dunkelſten Gegenden der Phyſik zu dämmern angefangen habe. Hiermit werde aber nicht geläugnet, daß auch dieſe Vorſtellungsart noch ihre Schwierigkeiten habe, und daß wir überhaupt noch weit entfernt wären, die Natur des Lichts deutlich zu erkennen, und aus ſubjektiven Gründen vielleicht nie ergründen werden.

Der Euler'ſchen Theorie hat man vorzüglich entgegengeſetzt, daß dabey eine Materie angenommen iſt, welche durch die Erfahrung nicht erwieſen werden kann. Nach Gren [d]) iſt ſogar die Exiſtenz des Aethers nicht einmal möglich. Denn wenn er ein elaſtiſches oder expanſibles Fluidum bildete, welches nicht ſchwer wäre und auch von keiner andern Materie angezogen würde, ſo müßte er ſich durch ſeine Repulſionskraft ins Unendliche zerſtreuen, d. h. es würde nirgends *ein endliches* Quantum deſſelben angetroffen werden, weil nichts ſey, was ſeiner Ausdehnungskraft Grenzen ſetzen könnte. Sollte er aber ein ſchweres elaſtiſches Fluidum bilden, wie die Luft, ſo würde ſeine Beſchränkung zwar möglich ſeyn; dann würden wir aber ſein Daſeyn durchs Gewicht entdecken müſſen; und davon lehrten uns die Erfahrungen nichts. — Allein meinem Urtheile nach ſcheinen dieſe Gründe nicht hinreichend zu ſeyn, das Daſeyn des Aethers für unmöglich zu halten. Es läßt ſich mit der dynamiſchen Lehre ganz wohl vereinigen, daß in dem ganzen Weltraume ein elaſtiſches Fluidum verbreitet ſey, welches durch die Anziehung der allgemeinen Materie (der Weltkörper) beſchränkt wird, ob wir gleich ſelbiges mit unſern Werkzeugen eben ſo wenig, wie das Licht, abwägen können.

Die

d) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. S. 543.

Eulers Einwürfe gegen die Materialität des Lichts ſcheinen übrigens von geringer Erheblichkeit zu ſeyn, und die meiſten derſelben ſind ſchon im 4ten Theile S. 452. u. f. widerlegt worden. Einer der wichtigſten Einwürfe, beſonders gegen die atomiſche Phyſik, iſt dieſer, daß das Licht als Materie nach allen Richtungen durch die durchſichtigen Materien hindurchgehe, woraus folge, daß die durchſichtigen Körper nach allen dieſen Richtungen Zwiſchenräumchen haben müßten, um den Lichtſtrahlen freye Durchgänge zu verſtatten. Ein ſolcher Bau der Körper würde aber gar keine Verbindung der Materie möglich machen. — Allein auch dieſer Einwurf fällt weg, wenn man die ganze Sache dynamiſch betrachtet, wo das Licht, als materieller Stoff, andere Materie durchdringen, und mithin durch ſelbige hindurch gehen kann.

Durch die unverkennbare Einwirkung des Lichts bey ſehr vielen Naturerſcheinungen, welche beſonders durch die Verſuche der Herren Prieſtley, Scheele, Lavoiſier, Berthollet, Chaptal und Ingenhouß beobachtet wurden, hat man auf die Materialität des Lichts geſchloſſen. Die vorzüglichſten Erſcheinungen ſind dieſe: Pflanzen, welche dem Lichte nicht ausgeſetzt werden, wenn man ſie auch ſonſt in der ihnen angemeſſenen Wärme aufzieht, behalten eine bleiche Farbe; auch drehen ſich gewiſſe Gewächſe ſtets nach der Sonne, und junge Blätter und Zweige neigen ſich größtentheils nach dem Orte, von welchem das meiſte Licht auf ſie fällt. Die grüne Tinktur, welche man durchs Aufgießen von Weingeiſt auf Kirſch- Feigen- oder Hollunderblätter erhält, verliert binnen 20 Stunden am Sonnenlichte ihre grüne Farbe, er-

hält ſich aber in einem undurchſichtigen Gefäße oder in einem mit ſchwarzem Papier bedeckten Glaſe mehrere Monate lang. Wenn grüne Blätter, ins Waſſer gelegt, dem Sonnenlichte ausgeſetzt werden, ſo entwikkelt ſich Sauerſtoffgas, welches ohne Licht bey eben demſelben Wärmegrade nicht erfolgt. Die dephlogiſtiſirte Salzſäure, deren eigenthümliche Farbe gelb iſt, wird im Sonnenſchein waſſerhell, und entwickelt aus ſich Sauerſtoffgas; unter ſchwarzem Papiere aber erfolgt nichts. Auch die weiße Salpeterſäure wird im Sonnenlichte gelb; im Schatten hingegen und in der Ofenwärme behält ſie ihre Farbe. Hornſilber und Silbervitriol werden im Sonnen- und Tageslichte ſelbſt unter dem Waſſer und in verſchloſſenen Gefäßen ſchwarz, aber keinesweges, wenn ſie an finſtern Orten ſtehen. Alle dieſe Erſcheinungen und noch viele andere geben unläugbare Beweiſe von dem Einfluſſe des Lichts auf die Naturprodukte ab.

Ob nun gleich die meiſten Phyſiker und Chemiker aus allen dieſen Wirkungen das Licht für eine wirkliche materielle Subſtanz hielten, ſo ſind ſie doch in Anſehung der Natur derſelben gar verſchiedener Meynung. Scheele[e]) glaubte, daß die Lichtmaterie zuſammengeſetzt ſey aus Wärme und einem brennbaren Weſen, und gründete ſeine Meynung auf einige von ihm gemachte Verſuche.

Dagegen äußerte Selle[f]) ſeine Meynung über die Natur des Lichts auf dieſe Art: er möchte zwar

e) Chemiſche Abhandlung von der Luft und dem Feuer. Upſ. u. Leipz. 1777. 8.

f) Neue Beyträge zur Natur- und Arzeney-Wiſſenſchaft. Berl. 1782. Th. I. S. 200.

zwar nicht behaupten, daß das Licht ein wahres Element, und alſo eine einfache Subſtanz ſey; allein es ſchienen ihm doch die phyſiſchen Gründe eines Newton, und die chemiſchen Beweiſe eines Scheele nicht hinreichend zu ſeyn, die zuſammengeſetzte Natur des Lichts außer Zweifel zu ſetzen. Durch das Brechen der Lichtſtrahlen durchs Prisma geſchehe ja offenbar keine chemiſche Scheidung, und wahrſcheinlich auch nicht eine mechaniſche, ſondern bloß eine verſchiedene Modification eines und deſſelben Weſens. Dieſelbe Subſtanz unter verſchiedenen Winkeln gebrochen, mehr oder weniger eingeſchränkt, auf dieſe oder jene Art zurückgeworfen, könne ja ſchon eben dadurch alle die Verſchiedenheit von Farben erhalten, ohne daß ſie deßwegen an und für ſich eine aus ungleichartiger Materie beſtehende Subſtanz ſey.

Nach dem Syſtem des Herrn Lavoiſier[g]) iſt die Lichtmaterie mit der Wärmematerie einerley; er nennt ſie feurige Flüſſigkeit (fluide igné), Feuermaterie, Lichtmaterie, hält ſie für elementariſch, und glaubt, daß ſie als eine ſehr feine Flüſſigkeit unſere Erde von allen Seiten umgebe, und alle Körper ohne Ausnahme durchdringe; dieſe Materie ſtrebe ſich in allen Körpern ins Gleichgewicht zu ſetzen, durchdringe aber nicht alle gleich leicht; auch ſey ſie bald in einem freyen Zuſtande, bald unter einer gebundenen Geſtalt mit den Körpern verbunden. Ueberhaupt haben Lavoiſier und die meiſten Anhänger ſeines Syſtems von den Verhältniſſen des Wärme- und Lichtſtoffes gar nichts Beſtimmtes angegeben, und das Licht beſtän-

g) Mémoir. ſur le combuſt. in den Mémoir. de Paris. 1777. überſ. von Weigel. Th. III. Greifsw. 1783. 8. S. 170 f.

ſtändig als einen bloßen Begleiter der Wärme betrachtet, wiewohl ſie ſonſt in ihren Verzeichniſſen der einfachſten Stoffe den Lichtſtoff (lumière) von dem Wärmeſtoffe (calorique) unterſcheiden. Alles, was ſie davon ſagen, läuft bloß da hinaus, daß bey einigen Prozeſſen der frey gewordene Wärmeſtoff entweder allein erwärme, oder auch zugleich leuchte, ohne jedoch nur irgend einen Grund anzugeben, warum jenes oder dieſes erfolgen müſſe. Dabey nehmen ſie an, daß das Sauerſtoffgas die einzige Quelle des Lichts ſey. Sie behaupten nämlich, daß beym Verbrennen der verbrennlichen Körper das Sauerſtoffgas zerſetzt werde, indem der Sauerſtoff ſich mit den verbrennlichen Körpern verbinde, und das Licht des Gas frey werde.

Herr de Lüc [h]) hält es für möglich, daß der Lichtſtoff zuſammengeſetzt ſey, obgleich unſere Sinne wegen ſeiner äußerſten Feinheit davon nichts erkennen könnten. Für eine der einfachſten Verbindungen des Lichts hält er das Feuer, in welchem das Licht nach ſeiner Theorie das fluidum deferens, und mit der Wärme, oder Feuermaterie, als ſchwerer Subſtanz, verbunden iſt. Das Licht iſt alſo nach ihm die Urſache der Flüſſigkeit des Feuers, mithin die Urſache aller Flüſſigkeit. Ueberhaupt war Herr de Lüc der erſte, welcher lehrte, daß das Licht mit den Luftarten eine chemiſche Verbindung eingehe, und denſelben eine bleibende elaſtiſche Form gebe.

Andere halten dafür, daß das Licht in den brennbaren Körpern unter dem Nahmen des Brennſtoffs gebunden ſey.

Herr

h) Journ. de phyſique. Juil. 1790. und in Grens Journ. der Phyſ. B. IV. S. 233 f.

Herr D. Richter [i]) und mit ihm die Herren Leonhardi und Gren glauben mit Scheele, daß das Licht aus Wärmeſtoff und Brennſtoff zuſammengeſetzt ſey. Gren [k]) macht beſonders auf den Umſtand aufmerkſam, daß in allen den Fällen, wenn aus Körpern Licht entwickelt werden ſoll, durchaus ein gewiſſer Grad von Wärme nöthig iſt; daraus ſchließt er, daß das Licht keine urſprünglich expanſible Flüſſigkeit, ſondern daß ſeine Expanſibilität eine vom Wärmeſtoffe abgeleitete oder mitgetheilte, oder daß das Licht aus einer an ſich nicht expanſiblen, eigenthümlichen Baſis und dem Wärmeſtoffe zuſammengeſetzt ſey. Eben dieſe eigenthümliche Baſis nennt er den Brennſtoff oder das Phlogiſton. Nach Gren iſt alſo der Wärmeſtoff das fluidum deferens, welches nach Herrn de Lüc gerade umgekehrt das Licht iſt. Aus dieſem Satze, daß das Licht eine aus dem Brennſtoff und Wärmeſtoff zuſammengeſetzte Flüſſigkeit ſey, ſucht Gren eine Menge von Erſcheinungen des Lichts und des Feuers zu erklären, die ſonſt nach ſeiner Meynung ganz unerklärt bleiben müßten. So höre das Licht auf, vom Geſichte empfunden zu werden, nicht allein, wenn ſeine Intenſität bis auf einen gewiſſen Grad abnehme, ſondern auch, wenn das Verhältniß des Brennſtoffes zum Wärmeſtoffe darin bis auf eine gewiſſe Grenze vermindert worden ſey, wo es ſich uns dann bloß als reiner Wärmeſtoff offenbaren könne. Ferner könne das Licht zerſetzt, und auch wieder zuſammengeſetzt werden; es könne verändert werden oder in eine andere Art des farbigen Lichts über-

i) Ueber die neuern Gegenſtände der Chemie. Drittes Stück, enthaltend den Verſuch einer Kritik des antiphlogiſtiſchen Syſtems. Breßlau u. Hirſchberg 1793. 8.

k) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 802 ff.

übergehen, wenn das Verhältniß ſeiner Beſtandtheile geändert werde. Das Licht zerſetze ſich, wenn ſeine Baſis, durch Anziehung anderer Subſtanzen dagegen, vom Wärmeſtoffe getrennt werde, und dieſer folglich als reiner Wärmeſtoff übrig bleibe, welcher nicht mehr leuchtend ſey. Es könne aber auch dadurch aufhören, leuchtend zu ſeyn, wenn es, ohne zerſetzt zu werden, ſeiner ganzen Zuſammenſetzung nach, durch Anziehung anderer Materien dazu, aufhört, expanſible Flüſſigkeit zu ſeyn, oder figirt werde u. ſ. f.

Mehrere Chemiker und Phyſiker glauben, daß das Licht eine bloße Modifikation der Wärmematerie ſey. So ſagt Girtanner [l]), der Lichtſtoff ſey ein bloß hypothetiſch angenommener Stoff, deſſen Exiſtenz noch nicht bewieſen zu ſeyn ſcheine. Vielleicht ſey das Licht keine eigene Materie, ſondern eine bloße Modifikation des Wärmeſtoffs, durch welche derſelbe fähig werde, auf die Organe unſers Geſichts einen gewiſſen Eindruck zu machen. Jedoch geſteht er ein, daß das Licht auf die Körper Einfluß habe; nur ſey es gänzlich unbekannt, von welcher Art dieſer Einfluß des Lichts ſey, und wie daſſelbe wirke.

Auch Herr Prof. Link [m]) hält das Licht für eine bloße Modifikation des Wärmeſtoffs. Den Grund von der Verſchiedenheit des Lichts und der Wärme, daß die Wirkungen beyder gänzlich von einander verſchieden wären, und ſogar ganz von einander verſchiedene Sinne von beyden afficirt würden, ſucht Herr Link auf folgende Art zu entkräften:

1. Der

l) Anfangsgr. der antiphlogiſt. Chemie. 1795. 8. S. 14.

m) Beobachtung. und Betracht. über den Wärmeſtoff. S. 7.

1. Der Wärmeſtoff zeige ja ſchon eine Menge ſehr verſchiedener Wirkungen, er erwärme, er dehne die Körper aus, er ſchmelze einige und verwandle andere in Dämpfe und Luftarten.

2. Auch würden das Erwärmen und das Ausdehnen durch den Wärmeſtoff durch ganz verſchiedene Sinne wahrgenommen: durch das Gefühl und das Geſicht; überdem hätten wir mehrere Beyſpiele hievon in der Natur; ſo werde z. B. der Schall, und die Erſchütterung, wodurch er hervorgebracht werde, von dem Gehör, dem Geſicht oder dem Gefühl empfunden, u. d. gl.

Herr Prof. Hagen [n]) hat dieſelbe Meynung: "wenn man gleich, ſagt er, die materielle Beſchaffenheit des Lichts von jeher beynahe weniger als die der Wärme bezweifelt hat, und man in neuern Zeiten das Licht unter dem Nahmen des Brennſtoffs in den ſogenannten brennbaren Körpern als gebunden annimmt, ſo ſcheint doch die Exiſtenz deſſelben als eines eigenen Stoffes bloß hypothetiſch angenommen zu werden. Obgleich ſeine Wirkung von der Wärme verſchieden iſt; ob es gleich durch ein anderes Sinnesorgan vernommen wird, nur bloß durchſichtige Körper durchdringt, ſich ſchneller bewegt, und bisweilen ohne Wärme, ſo wie dieſe ohne Licht, wahrgenommen wird, ſo könnte es demungeachtet wohl für eine Modifikation der Wärmematerie angenommen werden, indem man gewöhnlich Wärme und Licht in Verbindung antrifft, und Körper von ſtarkem auffallenden Lichte erhitzt erſcheinen. Das Licht äußert zwar auf man-

n) Grundſätze der Chemie durch Verſuche erläutert. Königsb. 1796. S. 22 f.

manche Körper, z. B. auf Farben, die es ändert, auf Pflanzen, einen beſondern Einfluß; aber wie es in dieſen Fällen wirkt, das iſt unbekannt."

Herr Hofr. Voigt [o]) in Jena ſucht noch mit Eulern das Licht durch eine bloße Erſchütterung eines ſonſt in Ruhe befindlichen Stoffs zu erklären, und läßt dieſe Erſchütterung durch das Gegeneinanderwirken ſeiner beyden Brennſtoffe entſtehen. Der Stoff des Lichts hat nach ſeiner Vorſtellung eine geringe Dichtigkeit, und beſteht aus einer Menge äußerſt feiner Kügelchen, welche allenthalben in der Natur gleichförmig verbreitet ſind.

Herr de la Metherie [p]) bemerkt, man möge ſich einen Begriff von der Lichtmaterie machen, welchen man wolle, ſo müſſe man doch eingeſtehen, daß ſie im ganzen Weltraume ausgebreitet ſey, und daß ſie alle Körper umhelle, und in dieſelben eindringe. Die Lichtmaterie ſey, wie die elektriſche und magnetiſche Flüſſigkeit und die Luft, eine wirkliche im Raume verbreitete Flüſſigkeit, welche, durch die leuchtenden Körper bewegt, die Farben hervorbringe, eben ſo wie die Luft, durch die tönenden Körper bewegt, den Schall bewirke. Die Flüſſigkeit des Lichts müſſe auf die Kryſtalliſation des Erdkörpers und der mineraliſchen Subſtanzen Einfluß gehabt haben. Es gebe einige Erfahrungen, welche beweiſen, daß das Licht bey der Kryſtalliſation der Salze eine Rolle ſpiele, indeſſen ſeyen die Verſuche nicht mit dem gehörigen Eifer fortgeſetzt worden. Dieſe Flüſſigkeit vereinige ſich mit den Körpern, und es ſcheine hinlänglich erwieſen zu ſeyn,

o) Verſuch einer neuen Theorie des Feuers. Jena 1794. 8.
p) Theorie der Erde; aus dem Franz. Th. I. S. 97 f.

ſeyn, daß ſie als Beſtandtheil in die Pflanzen und Thiere eingehe; denn dieſe ſowohl als jene befänden ſich im Schatten nicht ſo gut, wie am Tageslichte. Man dürfe auch ſchlechterdings nicht daran zweifeln, daß dieſe Materie unter die Beſtandtheile vieler, vielleicht aller Mineralien gehöre. Die Eigenſchaft, im Dunkeln zu leuchten, welche viele Mineralien beſäßen, ſcheine von dem ſich losreißenden Lichte herzukommen, man möge nun die Abſonderung des Lichts erklären, wie man wolle. Nun leuchteten aber die meiſten Foſſilien im Dunkeln; denn die Kalkſteine, Flußſpathe, die Schwerſpathe, unter welche auch der Bologneſer Stein gehöre, gäben unter gewiſſen Umſtänden ein ſehr lebhaftes Licht von ſich. Auch mehrere metalliſche Erze, z. B. die Blenden, leuchteten im Dunkeln. Es gebe ſogar einige Salze, die noch ſtärker phosphorescirten, und von dieſer Art ſey, wie Herr Giobert beobachtet habe, der vitrioliſirte Weinſtein. Wir müßten deshalb folgern, daß das Licht als Beſtandtheil in die ſalzigen, ſteinigen und metalliſchen Subſtanzen und in die organiſirten Weſen eingehe.

So auffallend auch alle bisherige Erſcheinungen zu beweiſen ſchienen, daß das Licht ein wirklich materieller Stoff ſey, ſo hat man doch in den neueſten Zeiten angefangen, ſeine Materialität zu bezweifeln, und es als einen bloßen Zuſtand der Körper, als eine Kraft, als ein Produkt unſerer Vorſtellungen zu betrachten. Herr Scherer[q]) (jetzt Hofrath auf der Univerſität zu Dorpat) behauptete zuerſt, daß das Licht nicht in der Reihe der wirklichen Materien exiſtiren

q) Nachträge zu den Grundzügen der neuern chemiſchen Theorie. Jena 1796. 8. S. 18 ff.

ſiren könne, es ſey bloß ein Produkt unſerer Ideen. Die Gründe ſeiner Meynung holt er aus der Erfahrung her. Es ſey bekannt, daß es Menſchen gegeben habe, welche beym Mondenlichte die Gegenſtände weit beſſer hätten ſehen können, als beym Sonnenlichte; und daß Menſchen nach langer Zeit, die ſie im Dunkeln zugebracht hätten, alle Objekte ſo ſichtbar geworden wären, als ſie ihnen nur beym hellen Tageslichte hätten werden können. Eben ſo merkwürdig ſchien ihm die Erfahrung des Herrn Legations-Raths Lichtenberg, welcher von ſich ſelbſt bezeugt, daß er bey einem heftigen Schrecken des Nachts einige Sekunden lang alles deutlich erkennen konnte. Dieſe Erſcheinung habe viel ähnliches mit dem Leuchten des Blitzes gehabt. Auch habe er oft bey ſtarken hypochondriſchen Schwindeln ſein ganzes Zimmer Minutenlang völlig erleuchtet gefunden, ſo daß er die Gegenſtände deutlich bemerken konnte. Ueberdieß ſey es bekannt genug, daß viele Thiere des Nachts ſehen könnten. Unter gewiſſen Umſtänden werde alſo unſer Geſichtsorgan ſo afficirt, daß wir ſagten, wir empfänden Licht. Woher rühre aber dieſe Empfindung? Setze ſie nicht wie jede Wirkung eine Urſache voraus? Sey es nicht für den Sprachgebrauch bequemer, die Empfindung von der wahrſcheinlichen Urſache zu unterſcheiden? — So ſey das Wort Lichtſtoff entſtanden, um damit die Urſache zu bezeichnen, durch welche uns die Gegenſtände ſichtbar werden.

Allein was verſteht Herr Scherer unter einem Produkte unſerer Ideen? Vorſtellungen und Empfindungen ſetzen äußere Gegenſtände, die materielle Welt voraus, und wir würden ſelbſt von unſerm Ich gar keine Vorſtellung haben können, wenn uns nicht der

Ein-

Einfluß äußerer Dinge davon überzeugte. Produkt der Ideen ohne äußere wirkende Urſache würde ein Unding ſeyn. Durchs Geſicht erhalten wir Empfindungen, welche in uns die Vorſtellung vom Sehen hervorbringen. Dieſe Vorſtellung ſetzt demnach nothwendig einen materiellen Stoff voraus, dieſer mag nun von einer Beſchaffenheit ſeyn, von welcher er will, und er mag entweder von dem Objekte ſelbſt, das wir ſehen, ausgehen, oder unter gewiſſen Umſtänden aus uns ſich ſelbſt entwickeln, oder er mag ein ätheriſches Mittel ſeyn. Hiemit und ſelbſt noch mit andern Urſachen läßt ſich die Erfahrung, daß oft Menſchen im Dunkeln ſehr gut ſehen können, vereinigen, ohne dem Lichte die Materialität abzuſprechen. Ja die unläugbare Thatſache, daß Licht zur Fortpflanzung Zeit verlangt, ſetzt einen materiellen Stoff voraus.

Indeſſen hat Herr Scherer die bereits angeführten Erſcheinungen, aus welchen man auf die Exiſtenz des materiellen Lichtſtoffes geſchloſſen hat, einer nähern Prüfung unterworfen, und zu finden geglaubt, daß ſie alle bey weitem nicht hinreichen, dadurch die Materialität des Lichts zu behaupten. Dem Phyſiker und ſelbſt dem Chemiker muß es allerdings äußerſt wichtig ſeyn, überwiegende Gründe für oder wider die Materialität des Lichts aufzufinden. Es iſt daher nöthig, Scherer's Gründe hiſtoriſch anzuführen. Er unterſucht folgende Fälle:

I. In wie fern hat das Licht Einfluß auf das Wachsthum der Pflanzen? Hat es wohl Grund, daß die grüne Farbe der Pflanzen durch Verbindung des Lichts mit denſelben hervorgebracht werde? Herr Scherer

rer glaubt dieſe Frage verneinen zu müſſen, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Alle bisher angeſtellte Beobachtungen über das Wachſen der Pflanzen ſeyen bis jetzt noch zu oberflächlich angeſtellt —; man habe über die Betrachtung des Mittels, wodurch die Erſcheinung der grünen Farbe hervorgebracht werde, die Unterſuchung des Stoffes, von deſſen Gegenwart oder Abweſenheit die Hervorbringung oder Veränderung der Farben zunächſt abhange, vernachläſſigt. Es ſey bey der Unterſuchung der Naturerſcheinungen nicht hinreichend, bloß auf Eine (oft ſcheinbare) Urſache Rückſicht zu nehmen, man müſſe ſie alle verfolgen. Wie ſorgfältig habe man ſich aber nicht beym Raiſonnement gegen die Verwechſelung des Mittels mit der wirkenden Urſache vorzuſehen? —

Alle Beobachtungen ſeyen aber ganz ohne alle Rückſicht auf das die Pflanzen umgebende Medium, das doch unläugbar die wirkſamſten Stoffe enthalte, unternommen. Man habe dabey bloß auf das Licht geſehen, in der Meynung, nur dieſes könne hier wirken, weil bey Abweſenheit deſſelben entgegengeſetzte Erſcheinungen hervorgebracht werden ſollten — man habe aber das Fluidum überſehen, von welchem die Pflanzen eingeſchloſſen würden, ohne durch irgend etwas dargethan zu haben, daß es durchaus unwirkſam ſey. Wenn man die Pflanzen während dem Einfluſſe des Lichts beobachtet, habe man ſie in freyer atmoſphäriſcher Luft ſtehen laſſen; prüfte man aber ihr Verhalten im Dunkeln, ſo habe man ſie entweder in eine verdorbene Atmoſphäre geſtellt, oder wohl gar ganz eingeſchloſſen, ſo daß die während der ſortgehenden Vegetation verdorbene Luft nicht mit einer reinen

nen vertauſcht werden konnte (z. B. man ſperrte ſie unter Glascylinder, oder in gläſerne Röhren, u. ſ. w.). Vergleichende Verſuche müßten aber doch wohl, wenn ſie anders etwas entſcheiden ſollten, durchaus unter gleichen Umſtänden angeſtellt werden? Dieß ſey aber gar nicht, oder doch wenigſtens nicht mit der erforderlichen Genauigkeit geſchehen. — Man hätte doch ſchon auf den Einfluß der die Pflanzen umgebenden Luft aufmerkſam werden ſollen, ſobald es bekannt geworden ſey, daß Pflanzen die Luft ſo beträchtlich umänderten; denn wäre das Licht der Sonne hier allein als Lichtſtoff wirkſam, warum hätten denn die Pflanzen nicht bereits in der Nacht angefangen, bleich zu werden? Was aber das Neigen der Pflanzen gegen das Licht betreffe, was gleichſam eine beſondere Verwandtſchaft der Pflanzen zum Lichtſtoffe anzunehmen begünſtigen könnte, ſo ſey dieß wohl höchſt wahrſcheinlich eine ganz unwillkührliche Bewegung, und eine in der zarten Beſchaffenheit der Fibern der Pflanzen gegründete Erſcheinung. Schon Herr von Humboldt bemerke, daß man dieſelbe fälſchlich: ſich nach dem Lichte ziehen, genannt habe; denn die vom Lichte entfernten Pflanzen neigten ſich aus keiner andern Urſache, als weil die Fibern des Stengels, die durch die Sonnenſtrahlen (vermuthlich durch die Erwärmung derſelben) gereizt wurden, ſich zuſammenzögen und kürzer würden.

2. Es ſeyen außerdem Erſcheinungen vorhanden, aus denen man ganz ungezwungen zu ſchließen genöthigt werde, daß nicht bloß dem Lichte die Hervorbringung der grünen Farbe zuzuſchreiben ſey, ſondern daß hierbey die Wärme einen weſentlichen Antheil habe. Schon der Umſtand, daß man nie reines Licht,

d. h.

d. h. ein ſolches, das frey von aller Wärmematerie geweſen ſey, habe auf Pflanzen wirken laſſen, mache den allein das Licht betreffenden Schluß verdächtig. Noch verdächtiger werde er aber durch den Umſtand, daß das gewöhnliche Feuer eine den Sonnenſtrahlen ähnliche Wirkung hervorbringe. Auch ſey dieß nicht bloße Vermuthung, ſondern werde ſelbſt durch Erfahrungen, die nicht einmal in dieſer Hinſicht angeſtellt ſeyen, beſtätigt. Sennebier habe nämlich verſucht, den beſondern Einfluß zu prüfen, den die verſchiedenen farbigen Lichtſtrahlen auf die Vegetation der Pflanzen, die man darin erziehen möchte, haben könnten, und er habe eine große Verſchiedenheit theils im Wachsthum der Pflanzen, theils in ihrer Farbe gefunden.

3. Die meiſten Beobachtungen ſeyen nicht allein zu einer Zeit angeſtellt, wo man noch weniger richtige Begriffe vom Athmen der Pflanzen beſitzen konnte, als jetzt, ſondern auch ohne auf ähnliche Farbenveränderungen und Erſcheinungen Rückſicht zu nehmen, die ganz ohne alles Sonnenlicht zu bemerken ſind. Dahin gehörten die merkwürdigen Erſcheinungen, welche die Pflanzen unter dem Einfluſſe des kochſalzſauren Gas darbieten. Hier bemerke man ja denſelben Uebergang der Farben der Pflanzen in einander, wie wir dieß in der Atmoſphäre wahrnähmen; nur mit dem Unterſchiede, daß die Farbenveränderungen in jener Gasart ſchneller, als in der letztern erfolgen. Alle Farben bleichen darin ſämmtlich aus, die grüne verwandle ſich erſt in die gelbe, gehe dann in die rothe über, und werde endlich ganz weiß. — Sollte hier, fragt Scherer, kein Zuſammenhang zwiſchen den ſcheinbar durchs Licht und den durch Einfluß dieſer

ſer Gasarten bewirkten Farbenveränderungen ſtatt finden? — Sollte alſo die Urſache, die wir bey den letztern Erſcheinungen wirkſam finden, nicht auch in jenen thätig ſeyn? — Wenn anders Analogien in der Naturkunde Werth haben, ſo werde man doch eine ſo frappante nicht umſtoßen wollen, oder man müßte ſonſt nie Analogien auch nur das geringſte Vertrauen ſchenken. Was wäre aber dann unſere geſammte Naturkunde? So unbezweifelbar es alſo ſey, daß die weiße Farbe der Pflanzen in dem kochſalzſauren Gas durch die Anhäufung des Sauerſtoffs in demſelben hervorgebracht werde, ſo ſicher würden wir auch behaupten dürfen, daß dieſe Farbe der in den Knoſpen enthaltenen Blätter denſelben Grund habe. Da dieſelben aber dieſe Farben nur verlieren, indem das Sonnenlicht, oder eigentlicher das Sonnenfeuer, aus ihnen Sauerſtoffgas entbinde, und nun erſt, nach dem erlittenen Verluſt des Sauerſtoffs, die grüne Farbe annehmen, was ſey wohl natürlicher, als daß das Licht hiebey nur Mittel geweſen ſey, hingegen die Urſache in der Entbindung des Sauerſtoffs müſſe gelegen haben? Wenn alſo im Finſtern die hiezu erforderliche Temperatur fehle, oder kein Stoff vorhanden ſey, der eben dieſe Trennung bewirken könne, was ſey wohl natürlicher, als daß dann die Pflanzen an der Bleichſucht erkrankten? Dieß habe ſchon Sennebier ſehr richtig gefühlt, wenn er die ſich ſelbſt aufgeworfene Frage: "warum die im Finſtern in eingeſchloſſener Luft geſtellte Pflanzen die Luft nicht afficiren?" ſo beantwortet: "Weil die Pflanzen darin nicht vegetiren, und weil das Licht zur Entwickelung der dephlogiſtiſirten Luft unumgänglich nothwendig iſt."

Es könne daher wohl als Thatſache aufgeſtellt werden: die Farben der Vegetabilien ſtehen im genaue-

naueſten Zuſammenhange mit der Gegenwart und Abweſenheit des Sauerſtoffs, ja ſogar mit der größern oder geringern Menge deſſelben.

4. Die wichtigſte Erfahrung endlich, welche uns geradezu nöthige, an eine ſtatt findende Verbindung des Lichts mit den Vegetabilien zu zweifeln, um die Farben der Vegetabilien hervorzubringen, ſeyen die wichtigen Erfahrungen eines von Humboldt. Er fand nämlich, daß die Raſenſtücke, welche in den Gruben bey gewiſſen Vorrichtungen in der Waſſerſeige gebraucht werden, wenn ſie auch mehrere Monate lang dem wohlthätigen Sonnenlichte entzogen waren, grün blieben; er ſah in einer Tiefe von 2 bis 300 Ellen mehrere Pflanzen keimen, neue Blätter treiben, die alten nicht abwerfen, mit Riſpen blühen — alles wie auf der von der Sonne beſchienenen Oberfläche der Erde. Die Farbe dieſer Pflanzen war grün. Ueberdem fand er, daß ſie zugleich Tag und Nacht Sauerſtoffgas aushauchten.

Hieraus ergebe ſich nun ſehr ungezwungen, daß da

1. die meiſten Pflanzen Sauerſtoffgas aushauchen, während ſie eine grüne Farbe annehmen — hingegen verbleichende und blaßgrüne Vegetabilien, weiße Keime und Schößlinge kein Sauerſtoffgas entbinden; und da ferner

2. die Färbung begünſtigt wird bey einer hohen Temperatur, bey welcher der Stickſtoff oder der Waſſerſtoff den Sauerſtoff aufnehmen; ſo ſey

3. der Mangel der Bleichſucht bloß in der Entfernung des in den Pflanzen angehäuften Sauerſtoffs — die verſchiedene Färbung hingegen von dem mannichfaltig abgeänderten Verhältniſſe zwiſchen dem Sauer-

ſtoffe und den übrigen Beſtandtheilen der Pflanzen ab-zuleiten.

Wenn wir überhaupt aus den über das Wachsthum der Pflanzen bereits bekannt gewordenen Erfahrungen ſchließen dürften, daß die Ausſcheidung des in ihnen angehäuften Sauerſtoffs die vorzüglichſte Bedingung zu ihrem Fortkommen ſey, ſo würden wir auch wohl bald einſehen, in wie fern das Gedeihen derſelben von dem Einfluſſe des Sonnenlichts oder Sonnenfeuers abhängig ſey. Der Sauerſtoff beſitze eine ſehr große Neigung ſich zu expandiren, daher ſey die Erhöhung der Temperatur derjenigen Subſtanzen, die ihn enthielten, hinlänglich, ihn abzuſcheiden. Es komme alſo hiebey auf die hohe Temperatur und nicht auf bloßes Licht an, um dieſe Ausſcheidung des Sauerſtoffs aus den Pflanzen zu begünſtigen, womit das Leben und Gedeihen derſelben im genaueſten Zuſammenhange ſteht.

Gren behauptete aber gegen die von v. Humboldt gemachten Erfahrungen, daß dieſe die weit allgemeinern Thatſachen vom Einfluſſe des Lichts auf das Wachsthum der Pflanzen keinesweges umſtoßen und entkräften, und ſich ſonſt auch aus andern Umſtänden erklären ließen; ſie bewieſen bloß, daß die Pflanzen auch anderswoher ihr zum Wachsthum nöthiges Licht erhalten könnten.

Herr Scherer erwiedert aber, zu geſchweigen, daß Grens Sätze zu ſehr allgemein ausgedrückt, wenigſtens ohne Rückweiſung auf die Erfahrungen hingeſtellt ſeyen, die keine andere, als gerade die gegebene Deutung verſtatteten, was doch wohl bey einer ſo wichtigen Unterſuchung ſehr zu wünſchen geweſen wäre, ſo getraue er ſich dennoch, ſo weit ihm die hier-

hierüber gemachten Beobachtungen bekannt ſeyen, das Licht nicht als Agens, ſondern die darin enthaltene Wärme von größerer Intenſität, bloß als Mittel anzuſehen. Uebrigens wolle er es dahin geſtellt ſeyn laſſen, in wie fern die Erfahrungen des Herrn von Humboldt entſcheiden oder nicht, da Gren die Beweiskraft derſelben dadurch nicht geſchwächt habe, daß er ausführlicher gezeigt hätte, warum ſie den Schluß aus jenen allgemeinern Thatſachen nicht umſtoßen, und wie ſie ſonſt aus andern Umſtänden erklärbar wären. Geſetzt auch, ſie hätten nicht Allgemeinheit genug, um jenen Schluß zu entkräften, liege dieß etwa in der Sache ſelbſt, oder nicht vielmehr in der vernachläſſigten ſorgfältigern Beobachtung derſelben? Auf alle Fälle blieben dennoch die Erfahrungen Humboldt's eine wichtige und nicht zu überſehende Ausnahme, welche nach den bisherigen Theorien nicht befriedigend erklärt ſey. Außerdem habe Gren nicht gezeigt, daß die bemerkte Analogie zwiſchen den Farbenerſcheinungen in der Atmoſphäre und dem kochſalzſauren Gas unſtatthaft ſey. So lange dieß nicht dargethan werde, ſo lange werde es alſo wohl erlaubt ſeyn, ſeine Erklärungsart für die einfachſte und befriedigendſte zu halten, nach welcher das Sonnenlicht, wie die erhöhete Temperatur, die Ausſcheidung des in Körpern angehäuft vorhandenen Sauerſtoffs begünſtige; alſo nicht als Lichtſtoff, ſondern nur als Wärme wirke.

So ſehr ſich auch Herr Scherer bemüht hat, Gründe aufzubringen, welche beweiſen ſollen, daß eigentlich das Licht nicht als Licht, ſondern vielmehr als Wärme auf die Pflanzen wirke, ſo ſcheinen ſie mir doch nicht hinreichend zu ſeyn, daraus die Im-

materialität des Lichts zu folgern. Es iſt dem gewöhnlichen Gange der Natur viel gemäßer, ſeltnere Fälle als Ausnahmen von den gewöhnlicheren zu betrachten. Des Herrn von Humboldt's Erfahrungen können alſo den durch die Erfahrung allgemein anerkannten Satz, daß die Pflanzen zu ihrem Wachsthum und Gedeihen Licht erfordern, nicht umſtoßen. Und folgende Erklärung über den Einfluß des Lichts auf die Pflanzen iſt durch Herrn Scherer's Gründe bey weitem nicht widerlegt, ſondern ſtimmt vielmehr mit den meiſten Erfahrungen und mit dem untrüglichen Gange der Natur überein. Die ausdünſtende Materie der Pflanzen iſt nämlich nach Prieſtley's Beobachtungen mit Sauerſtoff überladen, und es wird ohne Zweifel durch den Einfluß des Sonnenlichts weit mehr Lebensluft entbunden, als die Blätter durch ihre einſaugenden Luftgefäße aus der Atmoſphäre in ſich nehmen. Bey der Entbindung der Lebensluft wird wahrſcheinlich der Waſſerſtoff, der mit dem Sauerſtoffe die ausdunſtende Materie bildet, von den Pflanzen wieder eingeſogen. Die grüne Farbe der Pflanzen ſcheint von dem zurückgebliebenen Waſſerſtoffe aus dem durch das Sonnenlicht zerſetzten Waſſer der Ausdünſtung herzurühren, und daher wirkt das Licht nicht als bloßes Reizmittel (als Wärme), ſondern es verbindet ſich vielmehr ſehr wahrſcheinlich zum Theil mit den Pflanzentheilen ſelbſt, zum Theil tritt es mit dem Sauerſtoffe und Wärmeſtoffe zur Lebensluft zuſammen, welche eben im Sonnenlichte austritt.

II. Iſt das Licht zur Bildung der Luftarten nothwendig?

Herr Scherer behauptet, daß dieſe Frage geradezu zu verneinen ſey, wenn man das Licht als eine mate-

materielle Subſtanz annehmen wolle; denn es entſtehe alsdann wiederum die Frage, wie man ſich von der Wirkung eines eigenen Lichtſtoffs habe überzeugen können? indem die ihm gewöhnlich beygelegten Attribute ſchon vermuthen ließen, daß er nie im ungebundenen Zuſtande angetroffen werden könne, oder wir müßten uns mit demſelben ein ähnliches willkührliches Spiel, wie ehemahls mit dem Phlogiſton, erlauben. Es ſey wahr, daß man aus Metallkalken, Säuren und Salzen, ſo wie aus andern Subſtanzen, nur während des Glühens Luftarten erhalte, was habe aber während dieſem Glühen die Entbindung eigentlich bewirkt? Die Wärmematerie oder die Lichtmaterie? wenn ſie beyde in dieſem Falle gemeinſchaftlich entwickelt werden ſollten. Giengen etwa beyde in die Miſchung der Gasarten ein? Wer vermöge es aber, dieſe Fragen entſcheidend und befriedigend zu beantworten?

Ganz verneinend müſſe hingegen die Beantwortung derſelben ausfallen, wenn wir der Umſtände gedächten, welche zu einer bejahenden erfordert würden. Wenn man auch einſtweilen zugeben wollte, das Licht gehe wirklich mit der Wärme während des Glühens auch in die Verbindung der Gasarten; ſo müßte denn doch auch hieraus nothwendig folgen, daß jede Zerſetzung ſolcher Gasarten nicht allein mit der Ausſcheidung der Wärme, ſondern auch mit der Entwickelung des Lichts vergeſellſchaftet ſeyn müßte. Hiergegen ſpreche aber alle Erfahrung. Eine Umänderung der Gasarten durch bloßen Einfluß des Lichts ſey bis jetzt eben ſo wenig durch unbezweifelte Verſuche dargethan worden.

Reicher an Folgen möchten aber diejenigen Verſuche ſeyn, welche die Umwandlung der Säu-

ren in Gasarten, und die Bildung des Sauerſtoff-gas in dem Pflanzenreiche durch Einwirkung des Sonnenlichts, darzuthun ſcheinen. Es ſey bekannt, daß die Stickſtoffſäure und die Kochſalzſäure unter Einwirkung des Sonnenlichts in Sauerſtoffgas überge-hen, daß dieſes Gas erhalten werde, wenn Blätter unter Waſſer von den Sonnenſtrahlen einige Zeit be-ſchienen werden; ja Bertholet ſage ſogar: das Licht zerlege das Waſſer in Waſſerſtoffgas und Sau-erſtoffgas, und dieſe Zerſetzung werde deſto ſtärker, je reiner das Waſſer ſey. — Indeſſen könnten dieſe Erfahrungen eben ſo wenig, wie die erſten, bewei-ſen, daß hier das Licht allein wirkſam ſey; denn

1. werden dieſelben Folgen während dem bloßen Glühen auch bemerkt; wir könnten aber daſſelbe für nichts, als für die beträchtlichſte Temperaturerhöhung halten, da es doch durch anhaltendt Hitze hervorge-bracht werde. Es ſey außerdem gar nicht unwahr-ſcheinlich, daß das Sonnenlicht bloß Feuer oder an-gehäufte Wärme, oder Wärme von größerer Inten-ſität als das gewöhnliche Feuer ſey.

2. Wenn ſich das Sonnenlicht wirklich als Licht-ſtoff den ihm ausgeſetzten Körpern beymiſchte, wäh-rend ihre Natur durch ſeine Einwirkung beträchtlich abgeändert werde, ſo müſſe die Aufhebung jeder ſol-cher Verbindungen nothwendig mit der Entwickelung dieſes Lichtſtoffs begleitet ſeyn. In mehreren Fällen werde das Sauerſtoffgas ohne Lichtentwickelung zer-ſetzt. Wo bleibe denn nun der Lichtſtoff? Wollte man annehmen, er werde vielleicht auch von demjenigen Körper, welcher die Zerſetzung bewirkt, aufgenom-men, ſo könne er darauf nichts weiter antworten, als daß ihm dieß nur eine leere, durch nichts erwie-

ſene

ſene Ausflucht — eine bloße Hülfsfiktion zu ſeyn ſcheine.

Hieraus ergebe ſich, daß von dem alleinigen Einfluſſe des Lichts gar nicht die Bildung oder Natur der Gasarten abhängen, oder daß es wenigſtens keinen weſentlichen Antheil daran haben könne; ſondern daß vielleicht die erhöhete Temperatur, in der man ganz unſtatthaft oft das reine Licht allein wirkſam ſeyn laſſen wolle, die Entſtehung neuer Verbindungen begünſtige, ohne gerade ſelbſt (das Licht) in die Miſchung derſelben einzugehen.

III. Iſt das Licht, welches beym Verbrennen der meiſten Subſtanzen entſteht, ſchon als Beſtandtheil in dieſen vorhanden geweſen?

Herr Scherer bemerkt, daß die Beantwortung dieſer Frage eben ſo ſchwierig ſey, als die deciſive Aufſtellung des darin enthaltenen Satzes auf die unſicherſten und unhaltbarſten Gründe geſtützt ſey.

Das Faktum ſey ausgemacht, daß während dem Verbrennen der verbrennlichen Körper aus der atmoſphäriſchen Luft etwas abſorbirt werde, wenn gleich die Natur dieſes Etwas noch nicht genau genug beſtimmt werden könne. Die während der Abſorbtion dieſes Stoffes bemerkbare Hitze beſtätige das Freywerden der Wärmematerie; — aber hiebey bleibe nun das Leuchten unerklärt. Man glaube alſo, daß dieſes Licht aus den verbrennlichen Körpern ſelbſt ſeinen Urſprung nehme; ſie müßten daher auch die Urſache des Lichts, den Lichtſtoff, enthalten.

Herr Scherer behauptet dagegen, daß dieſes nur bloß Hypotheſe ſeyn könne. Denn was in einem Falle gelte, müſſe in allen ähnlichen gelten. Wenn

das Leuchten der Körper während dem Verbrennen Reſultat der Zuſammenwirkung des Wärme- und Licht-ſtoffes ſey, ſo müßte eine jede Zerſetzung des Sauer-ſtoffgas vermittelſt eines verbrennlichen Körpers mit der Erſcheinung des Feuers begleitet ſeyn. Allein die Erfahrung ſpreche dagegen. Wie oft werde nicht das Sauerſtoffgas ohne alle Feuerentwickelung zerſetzt, wie z. B. durch Schwefelalkali, Salpetergas u. d. gl. So viele Erklärungen man auch von dieſen Erſchei-nungen zu geben verſucht habe, ſo ſey doch die Ent-ſcheidung darüber unmöglich, woher das Licht beym Verbrennen ſeinen Urſprung nehme, ob aus den ver-brennlichen Körpern, oder aus dem ſie umgebenden Medio, der atmoſphäriſchen Luft.

IV. Ueber die durch bloßes Licht, nicht aber durch dunkele Wärme, bewirkbaren Veränderungen der Ei-genſchaften und Verhältniſſe mehrerer Körper.

1. Zeige das Sonnenlicht einen beſondern Ein-fluß auf das ſalzigſaure Silber, welche Erſcheinung Scheele zuerſt mit vieler Sorgfalt unterſucht hat. Herr Scherer glaubt aber, daß der Grund der Far-benänderung dieſes Hornſilbers im Sonnenlichte in der Reduction des mit der kochſalzigen Säure verbunde-nen Silberkalks liege; denn dieſe Erſcheinung ſey mit einer Gewichtsverminderung dieſes Körpers (nach Vaſalli's Erfahrungen) verbunden. Eben dieſe Re-duktion erfolge aber auch durch die Hitze. Man ha-be alſo mit Unrecht die Umänderung der Farbe des Hornſilbers von der Verbindung des Lichts mit dem-ſelben abgeleitet.

2. Werde überhaupt dem Sonnenlichte ein be-trächtlicher Einfluß auf Farben beygemeſſen. Gewöhn-lich pflege man anzuführen, daß faſt alle gefärbte

Sub-

Subſtanzen ihre Farbe am Sonnenlichte verlieren, im Schatten hingegen dieſelbe beybehalten. Herr Scherer behauptet, daß es hiermit eine ähnliche Verwandtniß habe, wie mit der Farbenveränderung der Pflanzen im Sonnenlichte.

Ueberdieß unterſucht Herr Scherer noch die Gründe derjenigen, welche aus den leuchtenden Körpern zu erweiſen ſuchen, daß das Licht ein materieller Stoff ſey, wovon am gehörigen Orte noch etwas beygebracht werden ſoll, und zieht endlich aus allen ſeinen Unterſuchungen die Folge, daß das Licht etwas immaterielles ſey. Er ſagt nämlich, der Lichtſtoff beſtätigt ſeine Exiſtenz weder durch Wägbarkeit, noch durch chemiſche Verbindungen. In Hinſicht des erſtern herrſche gar kein Zweifel; das letztere erhelle daraus, weil man einen mit bloßem Lichtſtoffe verbundenen Körper ſich nicht in ſeine Natur, die er vor dieſer Verbindung beſeſſen, verändern ſehe. Er laſſe ſich nie abgeſondert darſtellen; wir hätten alſo von ſeiner eigenthümlichen Natur gar keine Vorſtellung, wir könnten alſo gar nicht angeben, welche Veränderungen er durch Verbindung mit andern Körpern hervorbringe, ſondern wir müßten uns in dieſer Hinſicht bloß mit Hypotheſen begnügen. Warum ſollte alſo das Licht bloß ſein Daſeyn der Entwickelung einer eigenen materiellen Urſache, dem Lichtſtoffe, zu verdanken haben — warum ſollte das Licht nicht eben ſo, wie alle übrige ſinnlichen Eindrücke, ſeinen Grund in den Verbindungen der ponderablen Stoffe haben — als coexiſtente Erſcheinungen derſelben zu betrachten ſeyn? Es ſey hinreichend, die Erſcheinung des Lichts als Erfolg der in Activität befindlichen ponderablen Stoffe zu betrachten. Nun dürfe man

aber ja nicht weiter fragen, wie dieſe Erſcheinung durch eine ſolche Activität hervorgebracht werde? denn dieſe Frage ſey ſchlechterdings eben ſo unbeantwortbar, als jene, wie die Farbe und der Geruch in den flüchtigen Oelen durch die Verbindung des Kohlen- und Waſſerſtoffs erzeugt werde. Uebrigens könne uns dieß auch gar nicht zur Laſt gelegt werden: da dieſer Mangel nicht in einer fehlerhaften oder mangelhaften Beobachtung, ſondern durchaus nur in unſerer Natur, in der Beſchaffenheit unſerer Organiſation befindlich ſey.

Durch Herrn Scherer's Unterſuchungen wurden Mehrere veranlaßt, beſonders da man ſeit 1796 anfieng, das von Kant aufgeſtellte dynamiſche Syſtem zur Erklärung der Naturerſcheinungen zu gebrauchen, dem Lichte die Immaterialität gänzlich abzuſprechen, und es bloß als Eigenſchaft der Körper, als zurückſtoßende Kraft zu betrachten [r]).

Allein zurückſtoßende Kraft iſt bloß Flächenkraft, nicht durchdringend und durch den leeren Raum wirkend, und Kraft in der Körperwelt ohne Materie anzunehmen, iſt ein leerer Ausdruck. Ueberhaupt iſt das Licht noch bis jetzt ein Gegenſtand in der Natur, über deſſen Weſen wir gar nichts Beſtimmtes ſagen können. Zu läugnen iſt es aber keinesweges, daß der Einfluß des Lichts auf viele Erſcheinungen in der Natur gar nicht zu bezweifeln iſt. Daher auch beſtändig noch mehrere Phyſiker das Licht als einen materiellen Stoff betrachten.

Herr Dizé [s]) ſucht es aus chemiſchen Gründen zu beweiſen, daß das Licht eine bloße Modifi-

r) Man ſ. Theorie der Wärme und des Lichts von Joh. Gottl. Wagner. Leipz. 1802. 8.

s) Journ. de phyſ. T. VI. p. 177 ſqq.

difikation der Wärmematerie ſey. Er goß auf gebrannten Kalk, welcher vor dem Verſuche noch eine Viertelſtunde lang im Feuer erhalten war, ſo daß er roth ſchien, Waſſer, Schwefelſäure, Salpeterſäure und concentrirte Eſſigſäure, und nahm hiebey ein ſehr lebhaftes Licht wahr. Die Säuren wurden dabey gar nicht verändert, erhielten weder Sauerſtoff, noch wurde er ihnen geraubt. Hieraus ſchließt Dizé, daß das Licht, welches man ſah, keine andere Urſache haben könne, als das Freywerden des Wärmeſtoffs.

Auch kauſtiſches Kali, zerſtoßen und in ein Glas geſchüttet, entwickelte, als Waſſer darauf gegoſſen wurde, ſo viel Wärme, daß ein Thermometer von 0 bis 85 Grad ſtieg, wobey ſich ein lebhafter Kalkgeruch verbreitete; mit Schwefelſäure übergoſſen zeigte es eine weit lebhaftere Hitze und ein ſehr lebhaftes Licht, die Wärme betrug in einigen Verſuchen 300° Reaum.

Dizé zog hieraus folgende Schlüſſe: a. es war hier Wärmeſtoff mit den Körpern verbunden; als er frey wurde, erzeugte ſich Wärme und Licht. b. Dem Lichte gieng Wärme vorher, es zeigte ſich erſt bey 300° Reaum. und wuchs im Verhältniſſe der Wärme; c. der verbundene Wärmeſtoff ſchien mit der freyen Wärme einerley zu ſeyn. Hieraus könne man alſo ſchließen, daß das Licht eine Eigenſchaft der bis 300° Reaum. angehäuften Wärme ſey.

Auch bey ſolchen Lichtentwickelungen, wo man eine geraume Zeit ſeine Wärme bemerkte, fand Dizé, daß allemal der Entſtehung des Lichts Wärme vorangehe, wie z. B. beym Leuchten des Phosphors und bey den elektriſchen Funken.

Aus allen ſeinen Verſuchen ſchließt nun Dizé, daß Wärmeentwickelung allemal dem Lichte vorhergeht, daß daher das Licht keine eigenthümliche Materie, ſondern nur eine Eigenſchaft des Wärmeſtoffs ſey, die zwar jedem Molecül des freyen Wärmeſtoffs einzeln zukomme, ſich aber nur nach Anhäufung dieſer Molecülen bis auf einen beſtimmten Grad den Augen zeige.

Herr Brugnatelli [t]) unterſcheidet drey verſchiedene Zuſtände des Lichts: 1. chemiſch gebundenes Licht; 2. bloß angehäuftes und auf eine mechaniſche Art eingemiſchtes, doch unſichtbares Licht; 3. Licht, welches in den Körpern auf eine ſichtbare Art angehäuft iſt.

Das chemiſch gebundene Licht trennt ſich von den Körpern nur im Gefolge einer Wahlverwandtſchaft. Stickgas, Phosphor, Schwefel u. ſ. w. enthalten das Licht in dieſem Zuſtande. Aus mehreren Materien entbindet ſich das Licht, wenn man ſie bis auf einen gewiſſen Grad erhitzt. Streuet man etwas von ihnen in Geſtalt eines Pulvers auf eiſerne Platten, oder auf Sand und Thon, die bis zum Glühen erhitzt ſind: ſo erſcheint jedes einzelne Körnchen wie ein Feuerfunken. Brugnatelli hat ſich überzeugt, daß es nicht einmal immer der Annäherung eines glühenden Körpers bedarf, um das Licht ſolcher Materien, durch ihre Vereinigung mit dem Wärmeſtoffe, zu entbinden; ein Zeichen, wie er glaubt, daß es nicht die glühenden Platten ſind, welche in jenem Falle das Licht, das ſich zeigt, hergeben. Manche Materien, beſonders ſolche, welche ſich bey dieſem Grade von Hitze zerſetzen, glänzen nicht einmal, wenn man

t) Annali di chimica. T. XIII. N. 13. Pavia 1792.

man ſie auf glühende Körper fallen läßt, wie z. B. ſchwefelſaures Kali. — Schwarzer Braunſteinkalk glänzt ſehr lebhaft, wenn man ihn auf eine recht heiße, doch nicht glühende Eiſenplatte wirft. Eben ſo ſalzſaures Queckſilber, alle kalkige Salze, Flußſpath, Magneſia, ſchwefelſaures Ammoniak von ſeinem Kryſtalliſationswaſſer befreyet, kohlenſaures Kali u. ſ. w. Ferner Zucker und Milchzucker, die recht trocken und zerſtoßen ſind, glänzen ſelbſt auf einem bloß erwärmten Eiſen ſehr lebhaft, indeß ſie auf einem glühenden Eiſen gar keinen Schein verbreiten. Federn, Baumwolle, Wolle leuchten, wenn man ſie über ein heißes Eiſen wegführt, und auch die Augen einer Spielkarte leuchten unter dieſen Umſtänden matt. Kampher und Chokolade auf ein ſolches Eiſen geworfen, bilden leuchtende Dämpfe. Sublimirter Zinkkalk, halb verglaßtes Bley, und ſalzſaures Ammoniak geben dagegen in dieſem Falle nicht das mindeſte Licht. Auch mehrere Flüſſigkeiten auf heißes Eiſen gegoſſen zeigen ähnliche Wirkungen. Terpentinöl leuchtet unter dieſen Umſtänden merklich. Eben ſo die fetten Oele, Schweiß, Wachs u. d. gl. Weingeiſt, Aether und die Säuren hingegen geben nicht den mindeſten Schein.

Die atmoſphäriſche Luft hat auf dieſe Erſcheinungen nicht den geringſten Einfluß, da ſie auf dieſelbe Art im luftleeren Raume, im Waſſerſtoffgas, im kohlenſauren Gas u. ſ. f. erfolgen. Ja mehrere Materien entbinden ſogar ihr Licht, wenn man ſie in Schwefelſäure oder in ſiedendes Oel taucht. Bey demſelben Wärmegrade entbinden aber verſchiedene Materien in allen dieſen Fällen eine ſehr verſchiedene Menge von Luft.

Bey

Bey Körpern, die Licht im zweyten Zuſtande, d. h. ein bloß gehäuftes und auf eine mechaniſche Art mit ihnen verbundenes, doch unſichtbares Licht enthalten, bedarf es bloß einer Annäherung ihrer Theile, um dieſes Licht frey zu machen. Auf dieſe Art wird das Licht gleichſam ausgepreßt aus dem leuchtenden Queckſilber im Barometer, aus dem ſchwefelſauren Kali und aus andern Salzen, die, im Augenblicke des Kryſtalliſirens geſchüttelt, leuchten; aus dem phosphoreſcirenden Meerwaſſer, aus dem ſtark und plötzlich gedruckten Auge, aus dem Zucker, den man zerſchlägt, reibt oder zerſtößt, und aus Cremor Tartari, Borax u. ſ. f. indem man ſie ſchlägt. Unter den Mineralien enthält beſonders der Quarz vieles Licht in dieſem Zuſtande. Das Leuchten einiger Pflanzen gehört, nach Brugnatelli's Meynung, auch zu dieſer Claſſe von Lichterſcheinungen.

Licht im dritten Zuſtande, d. h. auf eine ſichtbare Art angehäuft, findet ſich in den ſo genannten Lichtſaugern, welche die Eigenſchaft beſitzen, wenn ſie dem Lichte ausgeſetzt ſind, etwas davon zu verſchlucken. Die erſte Stelle unter dieſen Körpern verdient der Diamant, die Blenden und der Karfunkel. Der Laſurſtein entbindet, ungeachtet ſeiner Undurchſichtigkeit und ſeiner Härte, doch im Dunkeln eine große Menge von Licht, die er am hellen Tage eingeſogen hat. Der Bologneſer Phosphor, der nichts anders, als ſchwefelſaure Schwererde iſt, leuchtet nicht eher, als bis er einige Minuten in der Sonne geſtanden hat; eine Eigenſchaft, welche Baudouin auch an der ſalpeterſauren Kalkerde wahrgenommen hat. Dieſe und andere Stoffe leuchten im Dunkeln, indem das von ihnen verſchluckte Licht wieder ausſtrömt.

Brugnatelli ſahe einen Diamanten leuchten, der bloß dem Scheine einer Kerze war ausgeſetzt worden.

Nicht bloß mineraliſche Stoffe, auch das Fleiſch mancher Fiſche und anderer Thiere, faules Holz u. ſ. f. leuchten nach der Behauptung dieſes Naturforſchers, vermittelſt des zuvor von ihnen eingeſogenen Lichts. So auch einzelne Theile an verſchiedenen lebenden Thieren, z. B. die Augen der Hyäne, der Katze u. ſ. f., die ſo ſtark leuchten, daß ſie ſelbſt umliegende Gegenſtände erhellen. Endlich ſollen, nach Brugnatelli's Behauptung, alle ſo genannte phosphoreſcirende Thiere bloß durch Licht, welches auf eine ſichtbare Art in ihnen angehäuft iſt, leuchten.

Hieraus erhellet, welche verſchiedene Meynungen die Naturforſcher und Chemiker von der Natur des Lichts gehabt haben und noch bis jetzt haben, und daß es bey weitem noch nicht entſchieden iſt, was eigentlich das Licht ſey. Die Lichterſcheinungen ſind ſo verſchieden, und oft ſo widerſprechend, daß nichts Beſtimmtes von dem Weſen des Lichts geſagt werden kann.

Brechung des Lichts.

Blair [u]) hatte durch Verſuche Flüſſigkeiten gefunden, welche durch ihre ſtärkere Farbenzerſtreuung zur größern Vollkommenheit achromatiſcher Fernröhre dienlich ſchienen, indem er nämlich zwey biconvexe Linſen von Kronglas, an welchen der Halbmeſſer der einen Fläche noch einmal ſo groß war, als der Halbmeſſer der andern Fläche, in einen Glasring

u) *Nicholſon's* journal of natural philoſophy. Vol. I. p. I.

ring ſo mit einander verband, daß die flachern Seiten einander zugewandt, und ein kleiner Zwiſchenraum gelaſſen ward, in welchen die Flüſſigkeiten gebracht wurden. Dieſe Methode benutzte Herr Fabroni x), um das Brechungsvermögen verſchiedener Flüſſigkeiten zu beſtimmen. Die beyden Convexlinſen, zwiſchen welche die Flüſſigkeit gegoſſen wurde, hatten, ohne ſolche, eine Brennweite von 79 Linien. Dieſe verminderte ſich, als die Flüſſigkeit dazwiſchen gebracht wurde

bey Weinöl - - -	auf	58,67	Linien
Citronenäther - - -		59,5	—
Salpeteräther - - -		60	—
Salzigem Aether - - -		60	—
Goldauflöſung in Aether - -		60	—
Schwefeläther - - -		60	—
Eſſigäther - - - -		60	—
Campherauflöſung in Alkohol -		60	—
Salzäther - - - -		60,25	—
Alkohol mit Campher und Ammoniak		60,25	—
Alkohol mit Sandarak geſchwängert		60,25	—
Eſſig= und Benzoeäther - -		60,5	—
Goldauflöſung in Rosmarinöl -		60,5	—
Alkohol und Terpentin - -		61	—
Alkohol und Maſtix - -		61,5	—
Thieriſches Oel - - -		66,5	—
Naphtha - - - -		67	—
Naphtha und Phosphor - -		70,5	—
Rosmarinöl - - -		71,5	—
Oel aus ſüßen Mandeln - -		71,5	—
Leinöl - - - -		72	—
Terpentinſpiritus und Phosphor -		72	—

Spiköl

x) Journal de phyſ. par *de la Metherie.* T. V. p. 315.

Spiköl	- - - -	72 Linien
Behonöl	- - - -	72 —
Terpentinſpiritus und Maſtix	- -	72,5 —

Strahlenbrechung durch die Atmoſphäre und Blinkern der Fixſterne.

Tobias Mayer hatte für die mittlere Strahlenbrechung in der Atmoſphäre eine Berichtigung angegeben, welche mit vielem Beyfall aufgenommen ward (Th. IV. S. 475.). Herr de Lüc [y]) bemerkt, daß die Mayerſche Regel eine Berichtigung vorſchreibe, welche ſich zu der ſeinigen wie $\frac{1}{511}$ zu $\frac{1}{500}$ verhalte. Allein dieſe gemachte Vergleichung ſcheint nicht richtig zu ſeyn. Denn Mayer's Berichtigung beträgt für 1 Grad des de Lüc'ſchen Thermometers $\frac{1}{511}$ derjenigen Brechung, welche bey 10 Grad Wärme; de Lüc's hingegen $\frac{1}{500}$ derjenigen Höhe, welche bey $16\frac{3}{4}$ Grad Wärme ſtatt hat. Es iſt demnach die Einheit, auf welche ſich die Brüche beziehen ſollen, nicht eine und die nämliche, und es kann daher keine unmittelbare Vergleichung ſtatt finden. Wenn man ſie aber auf einerley Normaltemperatur reducirt, ſo würden ſie ſich vielmehr wie

$\frac{1}{220}$ zu $\frac{1}{208\frac{1}{4}}$ oder wie $\frac{1}{511}$ zu $\frac{1}{484}$ verhalten, und

ihre Abweichung von einander ſcheint weit größer zu ſeyn, als de Lüc meint. Indeſſen fügt de Lüc hinzu, Mayer habe ſich vielleicht eines eigentlichen Reaum. Thermometers bedient, deſſen Grade etwas kleiner, als die gewöhnlichen Grade der Theilung in 80, ſind, und wenn dieß ſeine Richtigkeit habe, ſo ſtimme die Mayz

y) Unterſuchungen über die Atmoſphäre. Th. II. S. 836.

Mayerſche Angabe mit der ſeinigen noch näher zuſammen. Dieſe Muthmaßung hat ſich auch einiger Maaßen beſtätigt. Lichtenberg [z]) führt an, Mayer's im Jahre 1755 verfertigtes Thermometer beſitze vom Froſtpunkte bis zum Siedpunkte nicht 80, ſondern $82\frac{1}{2}$ Grad. Dieſem zu Folge verhielt ſich alſo ein Mayerſcher Grad zu einem gewöhnlichen wie $82,5 : 80 = 33 : 32$, oder $\frac{33}{32}$ Mayerſche Grade machten 1 Grad nach der gewöhnlichen 80theiligen Theilung aus. Da nun Mayer die Berichtigung für einen ſeiner Grade $= \frac{1}{220}$ ſetzt, ſo würde dieß für einen gewöhnlichen Grad $\frac{33}{32 \,.\, 220} = \frac{1}{213\frac{1}{3}}$ betragen. Alſo verhielten ſich Mayer's und de Lüc's Berichtigungen, wie $\frac{1}{213\frac{1}{3}}$ und $\frac{1}{208\frac{1}{4}}$ oder wie $\frac{1}{498}$ zu $\frac{1}{484}$.

Bey der Strahlenbrechung in der Atmoſphäre entſteht aber überhaupt die wichtige Frage, ob die Strahlenbrechung an verſchiedenen Orten der Erdfläche gleich oder ungleich ſey? Ueber dieſe Frage ſind die Naturforſcher beſtändig uneinig geweſen. Nach den ältern von de la Caille, de Maupertuis und Andern angeſtellten Beobachtungen hat man die Horizontalrefraktionen an verſchiedenen Orten unmerklich verſchieden gefunden. Allein in den neuern Zeiten hat beſonders Herr Hennert [a]) aus den von Piazzi [b]) zu Palermo gemachten Beobachtungen gefun-

z) *Tob. Mayeri* opera inedita, cura *Lichtenbergii.* Vol. I. p. 90.

a) Archiv der reinen und angewandten Mathematik durch Hindenburg. 6tes Heft 1797.

b) Della ſpecola aſtronomica &c.

funden, daß ſich überhaupt keine überall brauchbare Regel zur Beſtimmung der Strahlenbrechung ange- ben laſſe, ſondern daß die verſchiedenen Luftſtriche auch ein immer etwas verſchiedenes Geſetz befolgen. Da- her müſſe ein jeder Aſtronom die Strahlenbrechung für ſeinen Ort beſonders beſtimmen. Auch findet Herr Hennert, daß die Strahlenbrechung in den verſchie- denen Jahrszeiten verſchieden, namentlich im Winter größer, als im Sommer ſey. Daß dieß von der in den verſchiedenen Jahrszeiten erfolgenden Dichtigkeit der Luftmaſſe herrührt, iſt gar keinem Zweifel unter- worfen. Dabey kann man vermöge des Strahlen- brechungsgeſetzes annehmen, daß ſich die aſtronomi- ſchen Refraktionen (als ſehr kleine Winkel) wie die Dichtigkeit der Luft ſelbſt verhalten. Da nun die Dichtigkeit der Luft vom Drucke, der Wärme, den Dünſten und andern Miſchungen geändert wird, ſo müßte man eigentlich, um genaue Beſtimmungen der Refraktion zu erhalten, alle dieſe Umſtände in Betrach- tung ziehen. Allein es hat ſeine Schwierigkeiten, die Wirkungen der Dünſte und anderer Miſchungen auf die Dichtigkeit der Luft mit einiger Zuverläſſigkeit zu beſtimmen; daher begnügt man ſich, bloß auf Druck und Wärme Rückſicht zu nehmen.

Ueber das Blinkern der Fixſterne ſind in dieſem Zeitraume keine beſondere Hypotheſen aufgeſtellt wor- den. Die gewöhnliche Meynung iſt dieſe, daß die Urſache dieſer Erſcheinung in der Beſchaffenheit der Atmoſphäre liege.

Farbenzerſtreuung.

Unerachtet ſich die größten Mathematiker damit beſchäftigt hatten, ein beſtändiges Verhältniß der Brechung in einer brechenden Materie mit der Far-

benzerſtreuung aufzufinden, ſo lehrte doch die Erfahrung, daß dieß unmöglich ſey, und daß überhaupt durch keine Rechnung die Farbenzerſtreuung in einer Materie gefunden werden könne. Es giebt daher kein anderes Mittel, als ſie unmittelbar durch Verſuche zu erforſchen. Wie bekannt, hatte beſonders der ältere Dollond dieſe wichtige Entdeckung zur Verbeſſerung der Fernröhre angewandt, aus welchen die achromatiſchen Fernröhre entſtanden. Herr D. Blair c) bemerkt, daß man gleich anfänglich durch die Erfindung dieſer Fernröhre die Hoffnung gehabt habe, dioptriſche Teleſkope zu erhalten, welche an Oeffnung und Vergrößerung alle übrige übertreffen würden. Allein von allen bisher verfertigten achromatiſchen Objektivgläſern habe keines eine ſolche Oeffnung erhalten können, als die einfachen Objektivgläſer von Huygen's, Campani u. a., oder als die Spiegelteleſkope. Dieß ſchrieben die Künſtler der Unvollkommenheit des Glaſes zu. D. Blair kam daher auf den Gedanken, ob es nicht möglich ſey, ſtatt einer der Linſen eine Flüſſigkeit in das zuſammengeſetzte Objektiv zu bringen, und ſtellte eine Reihe Verſuche an, um eine Flüſſigkeit zu finden, welche die dazu erforderlichen Eigenſchaften beſäße. Damit er nun die mittlere Brechbarkeit und Farbenzerſtreuung verſchiedener Flüſſigkeiten beſtimmen könne, bediente er ſich eines doppelten Apparats: eines prismatiſchen zu vorläufigen gröbern Beſtimmungen, um dadurch die Flüſſigkeiten, die vielleicht von praktiſchem Gebrauche in der Optik ſeyn möchten, aufzufinden; und eines mit Glaslinſen, durch deren Vergrößerung die Wirkung dieſer Flüſ-

c) Tranſact. of the Roy. ſociet. of Edinb. Vol. II. und *Nicholſon's* journal of natural philoſophy. Vol. I. p. 1.

Flüſſigkeiten ſicherer wurde und ſich genauer beſtimmen ließ.

Der prismatiſche Apparat beſtand aus einem dreyſeitigen, gleichwinkeligen Prisma von Meſſing, auf deſſen eben geſchliffenen Seiten Glasplatten, die gleichfalls völlig eben, und deren beyde Flächen völlig parallel waren, paßten. Durch dieſes Prisma waren dicht neben einander, parallel mit der einen Seitenfläche deſſelben, zwey ſchmale cylindriſche Löcher gebohrt, ungefähr von der Weite der Pupille. Eine dieſer Oeffnungen füllte Blair mit wenigen Tropfen der zu unterſuchenden Flüſſigkeit, und band die Glasplatte über die Seiten, an welchen das Loch ſich öfnete, mit Packgarn feſt. Nun hatte er völlig ähnliche Prismen von verſchiedenen Glasarten (überdieß noch andere von Krownglas mit kleinern brechenden Winkeln); eins von dieſen legte er ſo auf das meſſingene, daß beyder Prismen brechende Winkel entgegengeſetzt gerichtet waren, und daß beyde mit einander ein Parallelepipedum bildeten. Betrachtete er dann durch die Flüſſigkeit und das davor liegende Glasprisma einen lichten ſcharf begrenzten Gegenſtand: ſo entſchied es ſich ſogleich, ob die Flüſſigkeit daſſelbe, oder ein größeres oder ein ſchwächeres Brechungsvermögen, als die Glasart des andern Prisma, hatte.

Erſchien der Gegenſtand, durch beyde Prismen betrachtet, mit farbigen Rändern, ſo war es ein Zeichen, daß die Flüſſigkeit und das Glas eine verſchiedene Farbenzerſtreuung hatten, und aus der Lage der Farben war es leicht zu beurtheilen, ob die Farbenzerſtreuung im Glaſe oder in der Flüſſigkeit die ſtärkere war.

Das abſolute Brechungsvermögen des Glaſes oder eines andern Mediums für die mittleren Strahlen beſtimmte Blair auf eine ähnliche Art als Newton, nur daß er durch Anwendung eines Hadley'ſchen Spiegelſextanten ſtatt des von Newton gebrauchten großen Quadranten die Verſuche beträchtlich erleichterte.

Mit dieſem prismatiſchen Apparate hat Blair das dioptriſche Verhalten einer großen Menge von Flüſſigkeiten beſtimmt, und folgendes ſind die Reſultate ſeiner Verſuche:

Alle Auflöſungen von Metallen haben eine ſtärkere Farbenzerſtreuung, als das Kronglas. Mehrere Salze, z. B. der Salmiak, erhöhen, im Waſſer aufgelößt, die Farbenzerſtreuung des Waſſers beträchtlich. Auch die ſalzige Säure bewirkt eine ſtarke Farbenzerſtreuung, und zwar nimmt dieſe mit ihrer Stärke zu. Daher fand ſich die ſtärkſte Farbenzerſtreuung bey den Auflöſungen der Metalle in der ſalzigen Säure; beſonders zeichnete ſich die concentrirteſte Spiesglanzbutter, die nur ſo viel Feuchtigkeit angezogen hatte, als eben dazu gehörte, ſie durchſichtig zu machen, durch ihre zum Verwundern große Farbenzerſtreuung aus, da, um ſie aufzuheben, drey Prismen von Kronglas mit demſelben Brechungswinkel, als die Feuchtigkeit, über einander gelegt werden mußten. Nächſt der Spießglanzbutter hatte Salmiak im Waſſer aufgelößt und mit ätzendem Queckſilberſublimat vermiſcht die ſtärkſte Farbenzerſtreuung, welche aufzuheben, ein Kronglasprisma von einem zweymal ſo großen Brechungswinkel erfordert wurde. In beyden Fällen ſcheint dieſe ſtarke Farbenzerſtreuung durch

die

die ſalzige Säure und die Metallauflöſung bewirkt zu ſeyn.

Den nächſten Rang nach den Metallauflöſungen hatten, in Abſicht der Farbenzerſtreuung, die weſentlichen Oele, und zwar vorzüglich die mineraliſchen, z. B. das natürliche Steinöl, und die, welche man aus Steinkohlen und Bernſtein erhält. Der Brechungswinkel eines Prisma aus Krownglas, welches ihre Farbenzerſtreuung aufheben ſoll, muß ungefähr $1\frac{1}{2}$ mal ſo groß als der Brechungswinkel dieſer Oele ſeyn. Nicht geringer iſt die Farbenzerſtreuung des Saſſafraßöls. Das echte weſentliche Leinöl erfordert ein Krownglasprisma mit einem $1\frac{1}{3}$, und das Terpentinöl, ſo wie das Rosmarinöl, mit einem $1\frac{1}{6}$ mal größern Brechungswinkel.

Einige der fetten Oele, ſo wie rectificirter Weingeiſt und Salpeter- und Schwefeläther hatten keine vom Krownglaſe merklich verſchiedene Farbenzerſtreuung.

Farben, und hieher gehörige Beobachtungen.

Was das Weſen der Farben betrifft, ſo nimmt Herr Hube [d]) an, daß die Lichtmaterie aus zwey Stoffen beſtehe; nämlich aus dem Sauerſtoffe, und aus einem andern in allen Körpern befindlichen Stoffe, den er Lichtſtoff nennt. Gleichwie nun ein jeder säurebarer Stoff auf ſehr verſchiedene Art geſäuert werden könne, ſo gebe es unfehlbar auch zwiſchen dem Lichtſtoffe und dem Sauerſtoffe vielerley Arten der Verbindung, aus welchen die Verſchiedenheit der Farben entſpringe. Ein brennender Körper, welcher die ſäu-

d) Unterricht in der Naturlehre. B. II. Brief 64.

ſäuernde Luft langſam verſchlucke, brenne mehrentheils bläulich, wie z. B. der Schwefel. Werde die Flamme durch einen immer größern Zufluß von ſäuernder Luft verſtärkt, ſo werde ſie gelb und röthlich, und zuletzt weiß. Im weißen Lichte ſcheine alſo der Lichtſtoff mit dem Sauerſtoffe völlig geſättigt zu ſeyn, im blauen ſey wahrſcheinlich ein Ueberfluß von Lichtſtoff, im rothen ein Ueberfluß von Sauerſtoff, und auch das gelbe ſcheine nicht völlig ſo viel Lichtſtoff, als zur Sättigung des Sauerſtoffs nöthig iſt, dennoch viel mehr als das rothe zu enthalten. Alle durchſichtige Körper, welche wir kennen, ziehen den Lichtſtoff etwas ſtärker an, als den Sauerſtoff, ungeachtet ſie beyde anziehen. Daher habe das blaue Licht die größte, und das rothe die kleinſte Brechbarkeit, ungeachtet der Unterſchied in der Anziehung nicht, wie Newton geglaubt habe, bey allen durchſichtigen Körpern von gleicher Größe ſey. Wenn alſo gleich ein ganz einfacher weißer Strahl, ſo wie er ſich das Sonnenlicht außer der Atmoſphäre vorſtellt, ein Strahl, in welchem der Lichtſtoff mit dem Sauerſtoffe völlig geſättigt iſt, in ein Prisma falle, ſo muß zwar der ganze Lichtſtrahl im Glaſe gegen das Loth gebrochen werden, weil das Glas den ganzen Strahl anzieht, und zwar ſtärker als die Luft; aber dennoch muß der Lichtſtoff näher nach dem Lothe zu gehen und ſich daſelbſt ſtärker anhäufen, als der Sauerſtoff, weil das Glas jenen etwas ſtärker anzieht, als dieſen. Der Strahl muß ſich alſo in Farben theilen, und von der einen Seite violet, von der andern roth erſcheinen. Hat nun ein gläſernes Prisma ihn in ſieben merklich verſchiedene Farben getheilt, ſo kann kein anderes Prisma von Glas irgend einen einzelnen gefärbten Strahl weiter theilen; es kann

z. B.

z. B. nicht den grünen in einen blauen und gelben zerlegen, denn die Zerlegung müßte durch die Verſchiedenheit, mit welcher das Glas den Lichtſtoff und Sauerſtoff anzieht, hervorgebracht werden. Wäre aber dieſe groß genug, um z. B. den grünen Strahl zu zertheilen, ſo müßte ſchon das erſte Prisma ihn zertheilt haben, wenn es das Licht eben ſo anzieht, als das zweyte oder das dritte u. ſ. f.

Wenn auf den Zinnober weißes Licht fällt, ſo verſchluckt jener ſehr vielen Lichtſtoff, und ſtößt dagegen den meiſten Sauerſtoff des Lichts zurück; alſo zerſtreuet er rothes, ſeine ſpiegelnden Theile aber zerſtreuen weißes Licht. Bringt man ihn nun in ein finſteres Zimmer in einen blauen, grünen oder gelben Strahl, ſo verſchlucken ſeine dunkeln Theilchen dieſes Licht gänzlich, aber die ſpiegelnden zerſtreuen es, daher ſieht der Zinnober blau, grün oder gelb aus. Bringt man ihn aber in das rothe Licht des Prisma, ſo glänzt er viel ſtärker, als in irgend einem andern Lichte, weil er nichts davon verſchluckt, ſondern alles zerſtreuet. Auf eine ähnliche Art nehmen auch alle andere dunkle Körper im verfinſterten Zimmer das prismatiſche Licht an, von dem ſie erleuchtet werden, ſo daß ſie ihre natürliche Farbe bloß alsdann und zwar mit ganz vorzüglicher Lebhaftigkeit zeigen, wenn man ſie in den Strahl hält, der dieſe Farbe hat. Eben ſo ſehen beym Kohlenfeuer alle Geſichter roth und bey der Flamme des Weingeiſtes blau und todtenfarbig aus. Sie würden uns noch röther und blauer zu ſeyn ſcheinen, wenn beyde Arten von Licht reiner, und nicht mit ſo vielem weißen Lichte vermiſcht wären.

Die Theilchen der Körper, welche das Licht zerlegen, ſcheinen den einen Theil deſſelben ſchon in einer größern Entfernung zurückzuſtoßen, als in welcher ſie den andern einſaugen. Wenn in einem Zimmer die Sonnenſtrahlen durch rothe Vorhänge fallen und in dieſen irgendwo eine kleine Oeffnung von 2 bis 3 Linien iſt, ſo macht der Sonnenſtrahl, welcher durch dieſe Oeffnung geht, auf einem weißen Papier, mit welchem man ihn auffängt, einen grünen Fleck. Sind aber die Vorhänge grün, ſo iſt der Fleck auf dem Papiere roth. Denn die Theile des Vorhanges wirken ſchon in einer merklichen Weite auf das Licht, und da ſie im erſten Falle das rothe zurückſtoßen, ſo bleibt von dem durchgehenden weißen Lichte nur das gelbe und blaue übrig, welches ſie nicht verſchlucken, ſondern durchlaſſen. Dieß giebt einen grünen Fleck. Im zweyten Falle ſtößt der Vorhang das grüne, blaue und gelbe Licht zurück, und daher bleibt im durchgehenden weißen Strahl nur das rothe Licht übrig. So zeigt ein ſehr dünnes Goldblättchen, wenn man es gegen die Sonne hält, ein bläuliches Licht, weil es den rothen und gelben Theil des durch ſeine Riſſe durchgehenden weißen Lichts zurückſtößt.

Es gebe auch gewiſſe durchſichtige Materien, z. B. die Infuſion vom Nierenholze, welche ſich auf eine ähnliche Art verhalten, weil in ihnen viel dunkle Theilchen ſo nahe an einander und ſo häufig hinter einander ſind, daß ſie eine Gattung von Licht, welches zwiſchen ihnen durchgeht, zuletzt ganz zurücktreiben, und nur die übrigen Gattungen durchlaſſen. Sieht man dergleichen Materie bloß oder doch vorzüglich durch das Licht, was ſie zurückwerfen, ſo

zei-

zeigen ſie eine andere Farbe; ſieht man ſie von der Seite, halb mit zurückgeworfenem, halb mit durchgehendem Lichte, ſo zeigen ſie eine dritte aus den beyden vorhergehenden gemiſchte Farbe. Selbſt unſere Atmoſphäre habe viele dunkle Theilchen, welche das blaue Licht zurückſtoßen, und das übrige auf ſie fallende verſchlucken. Unterdeſſen iſt ihre Wirkung auf das zwiſchen ihnen durchgehende weiße Licht gewöhnlich ganz unmerklich. Wenn aber die Sonne bey ihrem Aufgange und Untergange ſelbſt im Horizont ſteht, und ihre Strahlen ſehr weit durch die Atmoſphäre gehen müſſen, ſo werden ſie durch jene dunkeln Theilchen merklich verändert, und ſehen goldgelb aus, weil ihnen das blaue Licht geraubt iſt.

Herr Voigt *) ſagt, man rechne das Weiße eben ſo gut wie das Schwarze zu den Farben, und er könne nicht einſehen, warum man den Sprachgebrauch ſo gewaltſam abändere, und Weiß und Schwarz keine Farben nennen wolle. Man könne zwar ſagen, in einer dunkeln Nacht ſey nicht die geringſte Farbe zu erkennen, und Schwarz ſey daher Abweſenheit aller Farbe und könne daher nicht ſelbſt eine Farbe ſeyn; allein aus dieſer Thatſache folge weiter nichts, als man empfinde keine andere Farbe des Nachts als die ſchwarze. Es ſey eine tägliche Erfahrung, daß eine Bedingung nothwendig ſey, um Empfindungen von Gegenſtänden außer uns durchs Geſicht zu haben. Dieſe Bedingung nenne man Erleuchtung, und einen Körper, der der Grund der Erleuchtung ſey, leuchtend. Die Eigenſchaft des Leuchtendſeyns haben

*) Beobachtungen und Verſuche über farbiges Licht, Farben und ihre Miſchung; in Grens neu. Journ. der Phyſ. B. III. S. 235. u. f.

haben verſchiedene Körper, beſonders die Sonne, der Mond und jedes Feuer; aber alle nach einem verſchiedenen Grade der Intenſität. Die materielle Urſache dieſer Erleuchtung ſey Licht, welches daher die Urſache ſey, daß man an den Körpern Farbe wahrnehmen könne; die Abweſenheit des Lichts hingegen bringe in uns die Empfindung des Schwarzen hervor. Licht beſteht aber nach ihm, wie Gren annahm, aus dem Licht- und Wärmeſtoffe, welcher letztere chemiſch mit dem Wärmeſtoffe verbunden iſt, und das Licht expanſibel macht; die Farben beſtehen in den verſchiedenen Verhältniſſen der Quantität des chemiſch gebundenen Wärmeſtoffs zum Lichtſtoffe, hingegen die Intenſität des Lichts in einer größern Wirkſamkeit ſeiner inhärirenden Kraſt auf unſer Organ, welche er durch die größere oder kleinere Menge des Lichtſtoffs, der mit der gehörigen Quantität von Wärmeſtoff chemiſch gebunden iſt, erklärt. Weißes Papier, Schnee, in Lebensluft brennender Phosphor und Sonnenlicht glaubt er jedes Weiß nennen zu können, nur in verſchiedenen Graden der Intenſität. Daß die Sonne und der brennende Phosphor in der Lebensluft Licht ausſtrömen, werde niemand läugnen, und zwar entwickele jeder Körper Licht aus ſich ſelbſt; der Schnee werfe aber auch Lichtſtrahlen zurück, freylich nicht in der Intenſität, wie die beyden erſten Körper; er entwickele aber das Licht nicht aus ſich ſelbſt, ſondern ſtröme nur einen Theil des erhaltenen weißen Lichts wieder aus. Eben ſo ſey es auch mit dem weißen Papiere beſchaffen. Ein Körper, welcher eine andere Farbe hat, ſtröme das Licht ſeiner Farbe aus, z. B. rothes Tuch erleuchte alle Gegenſtände, welche ihm nahe ſind, röthlich; das grüne Licht, z. B. des brennenden Kupfers, erleuchte alles grün u. ſ. f. Daß

ein Körper dieſe oder jene Farbe habe, beſtehe in der Eigenſchaft, dieſe oder jene Quantität Wärmeſtoff, mit einer gewiſſen Quantität Lichtſtoff verbunden, zurückzuſchicken, und alſo aus dem weißen Lichte, welches ihn erleuchtet, die Quantität des darin enthaltenen Wärmeſtoffs und Lichtſtoffs durch ſeine Verwandtſchaft dahin abzuändern, daß der Körper dieſe oder jene Farbe erhalte. Die Intenſität der Farbe, welche, wenn ſie gegen die der andern Farben ſehr ſtark iſt, Erhellung zuwege bringt, beſteht in der Menge des auf die gehörige Art mit Wärmeſtoff verbundenen Lichtſtoffes. Es ſey ihm aber kein Mittel bekannt, die Intenſität der verſchiedenen Farben, oder des verſchiedenen farbigen Lichts zu meſſen, und er müſſe ſich bey ſeinen Unterſuchungen auf Farben nur auf die von einerley Intenſität einſchränken.

Jeder Körper kann nur eine beſtimmte Quantität Licht, wodurch er erleuchtet wird, zerſetzen, und den übrigen Theil muß er als Spiegel zurückſtrahlen, wenn ſeine Oberfläche eben genug iſt.

Wenn Licht, welches durchs Prisma geht, nicht mehr weißes, ſondern farbiges Licht gebe, ſo beweiſe dieß nichts, als daß das Prisma die Eigenſchaft habe, den Wärmeſtoff des weißen Lichts unter eine Quantität Lichtſtoff nach dem Verhältniſſe zu theilen, daß dadurch die farbigen Lichter entſtehen. Uebrigens ſcheine ihm die Umwandlung des weißen Lichts in die ſiebenfarbigen nur eine Vertheilung des Wärmeſtoffs zu ſeyn, und dieſes werde niemand, oder ſehr gezwungen, eine Zerlegung im chemiſchen Sinne nennen. Er nimmt alſo an, daß das Prisma bloß die Eigenſchaft beſitze, den Wärmeſtoff des weißen Lichts ſo zu zertheilen, daß dadurch rothes, grünes und violettes

Licht

Licht entſtehe; ein Theil des rothen Lichtbildes falle auf einen Theil des grünen, und es entſtehe ein Gelb; ein Theil des grünen Lichtbildes falle auf einen Theil des violetten und verurſache das Blau.

Die Erſcheinung, daß die ſiebenfarbigen Lichtſtrahlen in dem Verhältniſſe, wie ſie im Prisma entſtehen, bey ihrer Wiedervereinigung das weiße Licht geben, beweiſe weiter nichts, als daß das Prisma bey der Verwandlung des weißen Lichts in das ſiebenfarbige dem Lichte nichts von ſeinen Beſtandtheilen entzogen, ſondern dieſe bloß anders vertheilt habe. Wenn man einen farbigen Lichtſtrahl, z. B. einen gelben, in einem zweyten Prisma zum zweyten male breche, ſo werde dieſer dadurch in zwey andere, in einen rothen und grünen, verwandelt. Es zeige nur an, daß das Prisma, wo es wegen der vorhandenen Quantität Wärmeſtoff angebe, dieſen ſo vertheile, daß rothes, grünes und violblaues entſtehe.

Eine ſonderbare Erſcheinung finde hiebey ſtatt. Nämlich das Prisma ſey im Stande, den Wärmeſtoff und Lichtſtoff im grünen und violetten Lichte ſo feſt zu verknüpfen, daß kein anderes Prisma durch die Kraft ſeiner Vertheilung, welche auf Attraktionskraft des brechenden Mittels beruhe, den Wärmeſtoff und Lichtſtoff anders zu vertheilen im Stande ſey. Wenn man aber durch Miſchung die beyden Farben grün und violet hervorbringe, ſo habe das Prisma die Kraft, den Wärmeſtoff darin ſo zu vertheilen, daß die Farben dadurch entſtehen, woraus der gebrochene Lichtſtrahl gemiſcht war. Daher komme es, daß das urſprünglich prismatiſche Grün, durch ein zweytes Prisma gebrochen, nicht in Gelb und Blau verwandelt werde, wohl aber das durch die Miſchung entſtandene.

Auf

Auf die Kraft des Prisma, den Wärmeſtoff zu zertheilen, gründe ſich die Erſcheinung der farbigen Säume bey Betrachtung der Gegenſtände durchs Prisma.

Das Prisma ſey aber nicht das einzige Mittel, den Wärmeſtoff auf verſchiedene Art zu vertheilen, ſondern es gebe deren noch mehrere, z. B. ſehr dünne Seifen- und Glasblaſen, zwey ſtark an einander gedruckte Plan- und Convexgläſer, die Federn der Vögel und überhaupt ſehr dünne Körper. Hiebey müſſe er aber geſtehen, daß er keine hinreichende Erklärung davon geben könne.

Die Verſuche über Miſchung der Farben macht man ſynthetiſch ſehr leicht auf einer Farbenſcheibe, welche ein auf einer Spitze horizontalliegendes Schwungrad iſt, das in einen ſchnellen Umlauf wie ein Kreiſel geſetzt werden kann. Auf dieſes Schwungrad legt man Scheiben von ſtarkem Papier, welche auf dem Mittelpunkte des Rades mit ihrem Centro befeſtigt werden. Dieſe Scheibe theilt man in Sektoren, denen man durch Pigmente die Farben giebt, welche man miſchen will. Wenn man z. B. einen Halbkreis grün, den andern violet mahlt, und dieſen in einen ſchnellen Umlauf bringt, ſo nimmt die ganze Scheibe während des Umlaufs eine homogene blaue Farbe an.

Weil die Weißglühehitze von einer weit höhern Temperatur iſt, als die Rothglühehitze, daß alſo das Weiße den meiſten Wärmeſtoff unter allen Lichtern zu haben ſcheint, ſo nimmt er an, daß der Lichtſtoff geſättigt mit Wärmeſtoff die Empfindung des weißen Lichts hervorbringe, und daß das Schwarze der Lichtſtoff ohne allen Wärmeſtoff, oder Abweſenheit des

Lichts ſey, weil der Lichtſtoff nur durch Wärmeſtoff wirkſam werde.

Wenn das weiße Licht ungebrochen durchs Prisma gienge, ſo würde es auch wieder als weißes erſcheinen; er glaubte daher annehmen zu können, daß eine Farbe deſto mehr brechbar ſey, je weniger Wärmeſtoff, oder was einerley ſage, je mehr Lichtſtoff ſie enthalte. Alſo habe das grüne Licht mehr Wärmeſtoff als das rothe; eben ſo enthalte das blaue, welches aus einer Miſchung von Grün und Violet beſtehe, mehr Wärmeſtoff, als das Grüne. Dieß ſchade ſeiner Behauptung nichts, indem das Gelbe bloß dadurch entſtehe, daß ein Theil des rothen Farbenbildes auf einen Theil des grünen falle, und das Blaue dadurch, daß ein Theil des violetten auf einen Theil des grünen falle.

Hieraus ſucht er nun Formeln herzuleiten, um daraus die Verhältnißzahlen für die Quantitäten des Wärmeſtoffs in den verſchiedenen Farben zu finden, wobey er den Hauptſatz zum Grunde legt: die Quantität des zurückſtrahlenden Wärmeſtoffs in einer gemiſchten Farbe iſt gleich der Summe der Quantitäten des zurückſtrahlenden Wärmeſtoffs in ſeinen einzelnen Farben.

Bisher hatte man mit Newton angenommen, daß das weiße Licht aus ſieben einfachen Farben zuſammengeſetzt ſey; allein Herr Wünſch [f]) wurde durch einen Zufall veranlaßt, neue Verſuche anzuſtellen, aus welchen er zu ſchließen ſich berechtigt glaubt, daß es nur drey Gattungen des farbigen Lichts im pris-

f) Verſuche und Beobachtungen über die Farben des Lichts. Leipz. 1792. 8.

prismatiſchen Farbenbilde gebe. Er beſchäftigte ſich nämlich im Beyſeyn einiger Freunde mit der gewöhnlichen Zerlegung des weißen Lichts, und ließ das Farbenbild von ohngefähr neben der weißen Tafel vorbey auf Scharlach fallen; hier wurden ſie alle von der ſonderbaren Veränderung, welche das Bild auf dem Scharlach erlitt, in Verwunderung geſetzt. Das rothe Licht erſchien auf demſelben nicht nur weit heller und brennender, als auf weißem Grunde, ſondern reichte auch im Farbenbilde höher, als gewöhnlich, hinauf; denn derjenige Theil deſſelben, welcher auf der weißen Tafel pomeranzengelb erſchien, war hier ebenfalls lebhaft roth, und von dem gelben Lichte, welches vorher auf dem weißen Grunde zu ſehen war, ſahe man gar nichts mehr, wohl aber zeigte ſich ein Theil deſſelben, welcher unmittelbar an die Stelle des grünen grenzte, pomeranzengelb. Die Stelle des grünen ſelbſt war mit einem grünlich gelben blaſſen Scheine erfüllt. Aber über diejenige Stelle, wo ſich hochblaues Licht hätte zeigen ſollen, wenn der Grund weiß geweſen wäre, hatte ſich gleichſam nur ein bläulich weißer blaſſer Duſt gezogen. An den Stellen endlich, wo man ſonſt den Schein des indigoblauen und violetten Lichts findet, konnte man jetzt nur einen purpurfarbigen Schimmer bemerken. Mit einem Worte, man ſah auf dem Scharlach eigentlich nur eine brennend rothe ziemlich lange Ellipſe, die an ihrem obern Ende ins Pomeranzengelbe fiel; von den übrigen Lichtfarben hingegen war nur ſehr wenig, ja faſt gar nichts zu erkennen. Was ſeine Aufmerkſamkeit beſonders rege machte, war dieß, daß der Scharlach das gelbe Licht pomeranzengelb färbte, wie auch, daß er das wenige grüne, welches er zurückgab, in einen grünlichgelben, das hochblaue hin-

gegen in einen bläulichweißen schwachen Schein verwandelte. Dadurch ward Herr Wünſch bewogen, dieſen Gegenſtand durch neue Verſuche zu beleuchten, aus welchen er folgende Sätze unwiderſprechlich herleiten zu müſſen glaubte.

1. Es giebt weder fünf noch ſieben, ſondern nur drey einfache Grundfarben des weißen Lichts: die rothe, die grüne und die Veilchenblaue.

2. Das pomeranzengelbe und gelbe Licht iſt eine Miſchung aus dem rothen und grünen. Das hochblaue und indigoblaue hingegen iſt aus dem grünen und veilchenblauen zuſammengeſetzt.

3. Ohngefähr die eine Hälfte des rothen Lichts iſt zwar allerdings minder brechbar, als das grüne und veilchenblaue überhaupt: aber die andere Hälfte des rothen iſt mehr brechbar, als ein Theil des grünen.

4. Etwa zwey Drittel des grünen Lichts iſt zwar auch minder brechbar, als das veilchenblaue überhaupt: aber das übrige Drittel des grünen iſt wieder mehr brechbar, als ein Theil des veilchenblauen.

5. Wenn die ſtärkern Theile des Lichts mehr oder minder brechbar ſind, als die ſchwächern, ſo kann die Verſchiedenheit ſeiner Farben keinesweges bloß in der verſchiedenen Stärke ſeiner Theilchen beſtehen, wie man bisher geglaubt habe.

Zur Anſtellung ſeiner Verſuche, aus welchen dieſe Sätze hervorgehen, gebrauchte Herr Wünſch fünf gläſerne Prismen, durchaus von gleicher und ähnlicher Größe, und von einerley ganz reinen Maſſe. Sie waren in einem Geſtelle ſo übereinander geordnet, daß ihre Axen parallel in einer Vertikalebene lagen, je 4 Drittel eines Zolls von einander abſtanden,

den, und ſich nach Belieben um ihre Axe drehen und feſt ſtellen ließen.

Der eine Fenſterladen ſeines Zimmers hatte eine vertikale Lücke, welche zwey Querdaumen breit, und beynahe 1 Fuß hoch war. Dieſe ließ ſich inwendig vermittelſt eines hölzernen Schiebers mehr oder weniger öfnen und verſchließen; auswendig aber war ſie mit einem dünnen Bleche genau bedeckt, und in dieſem Bleche befanden ſich in gerader Linie fünf kleine Löcher über einander, welche, wie die Axen der fünf Prismen, je 4 Drittel eines Zolls von einander entfernt waren, und wovon jedes im Durchmeſſer 1 Linie hielt.

Zum Auffangen des Farbenbildes diente ihm eine große vertikal ſtehende Tafel, welche ſich an einem tragbaren Stative nach Belieben erhöhen oder erniedrigen ließ, und mittelſt einer Stellſchraube feſt geſtellt werden konnte. Auf dieſer konnte er die verſchiedenen farbigen Lichter aller Farbenbilder, mittelſt einer gelinden Wendung der Prismen um ihre Axen, gar leicht mit einander vermiſchen und wieder zerlegen. Faſt mitten in die Tafel war ein Plättchen von dünnem Bleche eingelaſſen, und in dieſes ebenfalls ein kleines Loch, von der Größe 1 Linie im Durchmeſſer, geſchlagen, ſo daß er eine Lichtfarbe, welche er wollte, durch daſſelbe fahren laſſen konnte.

Bey der erſten Reihe ſeiner Verſuche waren nur die beyden unterſten Löcher im Fenſterladen geöfnet, und es konnten mithin nur zwey Strahlenbündel durch die zwey unterſten Prismen fahren.

Anfänglich leitete er den grünen Theil des untern zerlegten Lichts in den lebhafteſten rothen Theil des obern, ſo daß das grüne und rothe Licht auf eine

und eben dieſelbe Stelle der weißen Tafel zugleich fiel. An dieſer Stelle fand er aber ſodann weder grünes noch rothes Licht, ſondern bloß das lebhafteſte gelbe. Um mit Gewißheit auszumachen, ob das gelbe Licht wirklich aus dem grünen und rothen der beyden zerlegten Strahlen gemiſcht ſey, hielt er einen hölzernen Stift von der Dicke einer Federſpule etwa einen halben Fuß weit von der Tafel dergeſtalt in den farbigen Strahl, daß deſſen Schatten recht in der Mitte der gedachten gelben Stelle quer hindurch fiel. Alsdann war dieſer Schatten allemal am untern Rande mit einer ſehr ſchönen grünen, am obern hingegen mit einer brennend rothen Leiſte beſetzt, zum Beweiſe, daß auf der gelben Stelle rothes und grünes Licht zugleich zugegen war.

Nun leitete er den veilchenblauen des untern zerlegten Strahlenbündels in den grünen des obern, ſo daß beyde auf eben dieſelbe Stelle der weißen Tafel fielen. Die Miſchung war ſodann von dem hochblauen Lichte eines einzelnen Farbenbildes nicht im geringſten zu unterſcheiden, und der hölzerne Stift erſchien in dieſem gemiſchten Lichte am obern Rande mit einer grünen, am untern mit einer veilchenblauen Leiſte, abermals zum Beweiſe, daß dieſes hochblaue Licht auf der Tafel aus grünem und veilchenblauem beſtehe.

Ließ er den gelben Schein des untern Farbenbildes auf den rothen des obern fallen, ſo fand er die Miſchung pomeranzengelb. Der Schatten des Stifts war in dieſem pomeranzengelben Scheine am obern Rande roth, am andern gelb verbrämt.

Hierauf leitete er den grünen Theil des untern zerlegten Strahlenbündels auf den gelben Theil des obern

obern Farbenbildes, und fand die Miſchung auf der Tafel grüngelb, indem der Schatten des Stifts in dieſem gelbgrünen Lichte am obern Rande mit einer hochgelben, am untern mit einer hochgrünen Leiſte begrenzt war.

Nun ließ er den lebhafteſten veilchenblauen Theil des untern Sonnenſtrahls in den hochblauen des obern Strahls fallen, ſo daß abermahls beyde Theile nur eine gemeinſchaftliche Stelle der Tafel erleuchteten. Auf dieſer Stelle nahm man ſodann einen hellen Schein wahr, welcher zwiſchen dem indigoblauen und hochblauen das Mittel hielt, und worin der Stiftſchatten am obern Rande lebhaft hochblau, am untern violet erſchien.

Alsdann leitete er den lebhafteſten veilchenblauen Theil des untern Strahls auf die rothe Stelle des obern Farbenbildes, und ſahe nun, daß dieſe beyden Lichtfarben auf der Tafel einen purpurfarbigen Schein erzeugten, worin der Schatten des Stifts am untern Rande mit einer veilchenblauen, am obern mit einer hochrothen Einfaſſung beſetzt war.

Leitete er ferner den hochblauen Theil des untern Strahlenbündels auf diejenige Stelle der Tafel, wo das lebhafteſte rothe Licht vom obern zerlegten Strahl zurückleuchtete: ſo konnte ſolches nicht geſchehen, ohne daß zugleich das indigoblaue des untern Farbenbildes auf das gelbe des obern, das veilchenblaue des untern hingegen auf das grüne des obern fiel, und alsdann erſchienen die Lichter dieſes größtentheils doppelten Bildes der Ordnung nach von unten herauf roth, pomeranzengelb, gelb, grün, weiß, blaßroſenfarbig, weiß, hochblau, indigoblau, violet, wobey noch zu merken, daß die beyden weißen

Stellen eine ſchmale ſichelförmige Geſtalt hatten, deren Spitzen an den vertikalen Rändern des Farbenbildes lagen und aufwärts gekehrt waren. Auf der untern weißen Stelle erſchien der Schatten eines Drathes am obern Rande mit einem etwas mattrothen, am untern mit einem ſehr lebhaft hochblauen Saume verbrämt. Auf der obern weißen Stelle hingegen fand man die untere Schattenleiſte geſättigt veilchenblau, die obere blaßgelb oder vielmehr grünlich gelb. Auf dem blaßen roſenfarbigen Lichte ſah er den Stiftſchatten am obern Rande mit einem brennend rothen, am untern mit einem lebhaft hochblauen Saume verbrämt. Erhob er dieſen horizontalen Schatten aus dem roſenfarbigen Lichte über das darüber befindliche weiße bis in den untern Theil des hochblauen: ſo ſah er ihn am obern Rande mit einer lebhaft grünen, am untern mit einer minder geſättigten veilchenblauen Leiſte beſetzt, abermals zum Beweiſe, daß dieſer Theil des hochblauen Lichts im zuſammengeſetzten Farbenbilde aus dem grünen Theile des obern, und dem veilchenblauen des untern zerlegten Strahls beſtehe. Hob er aber den Schatten weiter in die Höhe, ſo fiel er über die veilchenblaue Stelle des untern Farbenbildes hinauf, und er nahm ſowohl im obern hochblauen Lichte, als in dem übrigen veilchenblauen keine farbige Leiſten mehr an dem Stifte wahr, wenn er ihn nämlich ziemlich nahe an die Tafel hielt, welcher Umſtand überhaupt bey dieſen erſten Verſuchen durchgängig zu beobachten war.

Wegen der ſchmalen ſichelförmigen Figur der beyden weißen Stellen bemerkt Herr Wünſch noch dieß. Wenn er einen zu dicken Stift zum Schattenmachen gebrauchte, ſo bedeckte der Schlagſchatten allemal,

er mochte den Stift ſo nahe halten als er wollte, wegen ſeiner zu großen Breite den mittleren bauchförmigen Theil des einen oder andern weißen Scheins ganz; mithin konnte er nicht wahrnehmen, welche Lichtfarben auf die weißen Stellen fielen. Dieſer Unbequemlichkeit auszuweichen fand er drey Wege:

Erſtlich wählte er hiezu einen Stift, welcher viel dünner, als die mittlere Breite eines ſolchen weißen Scheins war. Viel dünner als eine Federſpule durfte aber dieſer Stift nicht ſeyn, weil ſich ſonſt eine merkliche Unregelmäßigkeit in dieſer Erſcheinung zeigte.

Fürs zweyte ſtellte er die weiße Tafel von den Prismen weit genug zurück; alsdann dehnten ſich die Farbenbilder deſto mehr in die Länge aus, und jene weißen Stellen wurden für den dicken Stift breit genug. Aber auch hier zeigten ſich einige Hinderniſſe.

Am beſten fand er es drittens, wenn er mitten auf dem einen oder andern Scheine da, wo er ſeine größte Reinigkeit und ſeinen hellſten Glanz hatte, einen Punkt bemerkte, und erſtlich den Stift vor der Tafel in ſeiner horizontalen Lage ſo weit abwärts bewegte, bis gedachter Punkt mitten in der obern farbigen Schattenleiſte erſchien. Hierauf mußte er aber den Stift wieder ſo weit erheben, bis er eben dieſen Punkt mitten im untern farbigen Schattenſaume wahrnahm, wobey er aber eilen mußte, damit der bemerkte Punkt ſich immer noch ziemlich in der Mitte der weißen Stelle befand, wenn er den Stift und ſeinen Schatten ſofort gänzlich wieder entfernt hatte.

Endlich leitete er den hochblauen Theil des untern Strahlenbündels auf diejenige Stelle der Tafel,

wo der gelbe Lichtſchein des obern Farbenbildes zurück leuchtet. Alsdann aber fiel zugleich der grüne Schein des untern Farbenbildes auf den rothen des obern, und brachte mit ihm einen gelben Schein hervor, ſo daß nun dieſes zum Theil doppelte Farbenbild von unten hinauf roth, pomeranzengelb, gelb, abermals pomeranzengelb, wieder gelb, grünlich gelb, dann weiß, dann hochblau, indigoblau, und violet erſchien. An der Stelle, wo hochblaues und gelbes Licht auf einander traf, und wo der Schatten des Stifts am obern Rande lebhaft gelb, am untern eben ſo lebhaft hochblau war, ſahe er, wenn er den Stift oder den Schatten wieder entfernte, weder gelbes noch blaues Licht, ſondern er nahm nur die gedachte weiße Stelle wahr, welche jedoch ein wenig ins grüne zu fallen ſchien.

Bey der zweyten Reihe von Verſuchen waren anfänglich die drey unterſten Löcher im Fenſterladen geöfnet, nachher vier und endlich fünf, ſo daß drey, vier und fünf Strahlenbüſchel durch eben ſo viele Priſmen fielen.

Auf den lebhafteſten rothen Schein des oberſten Farbenbildes ließ er den hochblauen Theil des mittleren Farbenbildes fallen. Die Miſchung ward roſenroth; hierauf leitete er auch den hochblauen Theil des unterſten Farbenbildes auf dieſen roſenfarbigen Lichtfleck der Tafel, und fand, daß derſelbe nun mit vollkommenen weißem Lichte glänzte. Aber der Schatten eines Stifts blieb hier auf dem weißen Lichte am untern Rande mit einem hochblauen, am obern mit einem rothen Saume beſetzt.

Hiernächſt ließ er auf die hochgelbe Stelle des oberſten Bildes den hochblauen Theil des mittleren

fal-

fallen. Die Miſchung brachte weißes Licht hervor, das ein wenig ins grüne überzugehen ſchien. Auf dieſes leitete er noch den lebhafteſten veilchenblauen Theil des unterſten Farbenbildes, und fand nun die Stelle ebenfalls vollkommen weiß, doch ſo, daß ihr Glanz noch etwas erhöht ward, wenn er eines vierten Strahls veilchenblauen Theil darauf brachte. Der Schatten des Stifts war auf dieſer weißen Stelle am obern Rande geſättigt gelb, am untern recht geſättigt kornblumenblau verbrämt.

Nachdem das vierte Loch geöfnet war, leitete er auf die lebhafteſte rothe Stelle des oberſten Farbenbildes den ſchönſten grünen Theil des zweyten Bildes, da dann die Stelle geſättigt gelb gefärbt ward. Ueber dieſes gelbe Licht legte er ferner das Veilchenblaue des dritten zerlegten Strahls und fand nun die Miſchung blaßroſenfarbig. Fügte er dieſer Miſchung noch den hochblauen Theil des unterſten oder vierten Strahls hinzu, ſo ward ſie ebenfalls vollkommen weiß, und in ihr erſchien jeder Stiftſchatten untenher überaus geſättigt hochblau, obenhin brennendroth verbrämt.

Endlich öfnete er auch das fünfte Loch, und leitete auf den lebhafteſten rothen Schein den ſchönſten grünen Theil der beyden Strahlenbündel, welche zunächſt nach unten zu folgten. Die Miſchung erſchien grüngelb. Auf dieſen hellen grüngelben Schein ließ er die beyden veilchenblauen Scheine des vierten und fünften Strahls fallen, da ſich derſelbe ebenfalls in ganz weißes Licht verwandelte. Hinter dem Stifte, den er bey dieſem Verſuche, ſo wie beym nächſt vorhergehenden, ganz nahe an der Tafel quer vor hielt, nahm er in dieſem weißen Lichtflecken oben ebenfalls

eine brennendrothe Leiſte, unten einen glänzenden hochblauen Saum am Schlagſchatten wahr.

Aus dieſen Verſuchen zieht nun Herr Wünſch dieſe Folgen:

1. Aus rothem und grünem Lichte läßt ſich durch die Vermiſchung hochgelbes Licht erzeugen.

2. Durch die Vermiſchung des grünen und veilchenblauen Lichts wird hochblaues Licht erzeugt, welches aus dem zweyten Verſuche der erſten Reihe folgt.

3. Das lebhafteſte rothe Licht verwandelt ſich in blaßroſenfarbiges, wenn es mit hochblauen, einmal genommen, vermiſcht wird.

4. Aus lebhaft hochblauem und ſchwachem rothen Lichte läßt ſich durch die Miſchung weißes Licht hervorbringen.

5. Grünlichgelbes und geſättigtes veilchenblaues Licht geben ebenfalls weißes, wenn man beyde auf einander ſetzt.

6. Weißes Licht, welches jedoch ein wenig ins Grüne zu fallen ſcheint, kann man auch aus dem hochgelben und nur einmal genommenem hochblauen zuſammenſetzen.

7. Aus dem rothen und veilchenblauen Lichte läßt ſich das purpurfarbige miſchen.

8. Aus einmal genommenen gelbem und einmal genommenen grünem Lichte kann man das gelbgrüne zuſammenſetzen. Aber aus dem grünen und hochblauen kommt eine hochblaue Miſchung hervor, die ins grüne fällt.

9. Aus

9. Aus dem einfachen rothen und zweymal genommenen hochblauen Sonnenlichte wird reiner weißer Sonnenſchein erzeugt.

10. Das einmal genommene hochgelbe Licht, verbunden mit einmal genommenem hochblauen und ein bis zweymal genommenem indigoblauen bringt ebenfalls weißes Licht hervor.

11. Ebenfalls giebt auch die Miſchung des lebhafteſten grünen und veilchenblauen Lichts, jedes nur einmal genommen, einen weißen Sonnenſchein, wenn man ihm das noch einmal genommene hochblaue beyfügt.

12. Aus dem lebhafteſten rothen Sonnenlichte kann man gleichfalls den vollkommenſten weißen Sonnenſchein hervorbringen, wenn es einmal genommen, und nicht nur mit zweymal genommenem grün, ſondern auch zwey= bis dreymal genommenem veilchenblauen verbunden wird.

Nach Herrn Wünſch iſt alſo das vollſtändige prismatiſche Farbenbild aus drey langen Ellipſen oder vielmehr Oblongen (fig. 1.) ab, cd, ef, welche an ihren ſchmalen Enden abgerundet ſind, zugleich aber auch zum Theil einander decken, zuſammengeſetzt. Das unterſte dieſer Oblongen, oder die Stelle ab, iſt roth, das mittlere, oder cd, grün, das oberſte, oder ef, veilchenblau. Das Verhältniß der Länge dieſer drey Oblongen iſt nicht nur bey verſchiedenen brechenden Winkeln der Prismen, ſondern auch bey verſchiedener Maſſe derſelben etwas verſchieden, und ſie laſſen ſich wohl überhaupt auch darum nicht genau ausmeſſen, weil ſie ſehr unmerklich in einander übergehen. Allemal aber iſt das rothe am kürzeſten; länger iſt das grüne, noch länger das veilchenblaue;

und ihr Verhältniß iſt gewöhnlich ohngefähr, wie 1, 2, 3, zuweilen auch wie 2, 3, 4. An der Stelle bc, wo ſich das grüne Oblongum zum Theil über das rothe herabzieht, nimmt man das gelbe Licht wahr. An der Stelle de hingegen, wo ſich das veilchenblaue Oblongum zum Theil in das grüne herabſenkt, ſieht man das hochblaue Licht zurückleuchten, indem zugleich zwiſchen b und e ein Theil von dem reinen grünen unbedeckt bleibt. Solchergeſtalt muß in ac rothes, in cb gelbes, in be grünes, in ed hochblaues, in df veilchenblaues Licht erſcheinen.

Dieſer Hypotheſe gemäß iſt alſo Roth eine einfache Lichtfarbe, welche ſich auf keine Weiſe weiter zerlegen läßt. Pomeranzengelb iſt aus dem lebhafteſten rothen und ſchwachen grünen Lichte zuſammengeſetzt; mithin läßt ſich daſſelbe in dieſe beyden Lichter zerlegen. Gelb iſt eine Miſchung aus dem lebhafteſten rothen und lebhafteſten grünen Lichte, mithin ebenfalls in dieſe beyden Lichtfarben zerlegbar. Grün iſt gleichfalls einfaches reines Licht, welches nicht weiter zerlegt werden kann. Hochblau iſt aus geſättigtem grünen und geſättigtem veilchenblauen gemiſcht, folglich in dieſe beyden einfachen Lichtfarben zerlegbar. Indigoblau beſteht aus geſättigtem veilchenblauen und grünen Lichte, daher es auch in dieſe beyden Lichter muß zerlegt werden können. Veilchenblau iſt gleichfalls einfaches reines Licht, und mithin unzerlegbar.

Zugleich bemerkt Herr Wünſch, daß es hieraus ſogleich erhelle, warum die indigoblauen Abſtufungen bey d und jene gelbgrünen bey b aufwärts gekrümmt erſcheinen müſſen. Wollte man fünf oder ſieben einfache Hauptfarben, wie man bisher gethan, annehmen, oder den Urſprung des Lichtfarbenbildes

auf

auf die bisher üblich geweſene Weiſe erklären, ſo müßten die Krümmungen bey d und b eben ſo abwärts fallen, wie bey a und c und e, welches doch der Erfahrung gerade entgegen wäre.

Hiernächſt ſucht Herr Wünſch ſeine Hypotheſe gegen Einwürfe zu ſichern und ſie durch mancherley Verſuche zu beſtätigen. Weil aus einem der oben angeführten Verſuche das lebhafteſte gelbe Licht mit eben ſo lebhaftem hochblauen vermiſcht ein weißes Licht zum Vorſchein bringt, ſo könnte gegen dieſe Hypotheſe zuerſt die Einwendung gemacht werden, daß eine ſolche Miſchung vielmehr grünes Licht hervorbringen müßte. Herr Wünſch antwortet aber hierauf zweyerley: 1. Kann an einem Lichtfarbenbilde das einfache grüne Licht im zuſammengeſetzten weißen eben ſo wenig ſichtbar werden, als irgend eine einfache oder doppelte Farbe ſichtbar wird, welche man auf eine weiße Tafel, die zugleich dem unmittelbaren weißen Sonnenlichte ausgeſetzt iſt, fallen läßt. Einfaches grünes Licht iſt nämlich wohl ſechsmahl ſchwächer, als das weiße, welches aus dem hochblauen und gelben zuſammengeſetzt iſt. Gleichwohl ſcheine jenes weiße Licht etwas ins grünliche zu fallen. 2. Sey auch das grüne Oblongum im Farbenbilde beynahe doppelt länger, als das rothe. Mithin könne man annehmen, daß das grüne Licht nur etwa die Hälfte von der Sättigung des rothen habe: und hieraus werde folgen, daß man gar nicht ſagen dürfe, das grüne Licht ſey in dem gelben und hochblauen zuſammen genommen zweymal, oder in doppelter Stärke zugegen, ſondern man werde es wegen ſeiner verhältnißmäßigen Schwäche nur als einmal genommen betrachten müſſen.

Hier-

Hieraus erhelle nun zugleich, warum aus dem lebhafteſten einfachen rothen und nur einmal genommenen hochblauen Lichte das blaßroſenfarbige hervorkomme. Ferner ſey auch hieraus klar, warum der einfache rothe Schein am unterſten Ende des Farbenbildes, wo er allererſt anfängt, ſichtbar zu werden, folglich noch ſchwach ſey, nur einmal genommen ſchon eine weiße Miſchung erzeugt.

Eben ſo ſey auch klar, warum das gelbgrüne Licht, oder die Stelle des Farbenbildes, wo ſich die rothen Oblongen mit ihren obern Enden allmählich verlieren, gleichfalls mattweiß zurückleuchtet, wenn man das geſättigte veilchenblaue nur einmal genommen darauf leitet.

Aber nun könne man einwenden, daß bey keinem ſeiner Verſuche die farbigen Theile des weißen Sonnenlichts nach Newton's Vorſchrift vollkommen von einander getrennt geweſen ſeyen; mithin ſey leicht zu erachten, daß aus denſelben gar kein ſicherer Schluß folge, und folglich ſey auch die ganze Hypotheſe von den drey einfachen Grundfarben null und nichtig, indem gar wohl aus verſchiedenen einfachen Lichtern ein drittes zuſammengeſetzt werden könne, welches mit einem der ſieben einfachen Hauptlichter der Farbe nach übereinſtimme.

Dieſe Einwendung ſucht Herr Wünſch durch eine dritte Reihe von Verſuchen zu widerlegen. Hiezu nahm er drey Objektivgläſer von $5\frac{1}{2}$ Fuß Brennweite. Auf jedes derſelbe leimte er einen Kreis von mattſchwarzem Papier, in deſſen Mitte ein rundes Loch befindlich war, welches etwa 1 Linie im Durchmeſſer hielt, und beym Aufleimen gerade auf die Mitte des Objektivglaſes fiel. Hernach befeſtigte er dieſe

drey

drey bedeckten Objektivgläſer mit Wachs an die vordern Brechungsebenen dreyer Prismen, ſo daß durch ein jedes ein unzerlegter Lichtbündel in das dazugehörige Prisma fahren konnte. Wegen der beträchtlichen Breite der Objektivgläſer konnten hier die Prismen in ihrem Geſtelle nicht mehr ſo nahe, wie bey den vorigen Verſuchen, über einander liegen; und daher nahm er jetzt von den fünf Prismen nur das unterſte, mittlere und oberſte, indem die beyden Löcher im Fenſterladen mit ſchwarzen Stöpſeln verſchloſſen wurden. Die Prismen ſtanden aber bey dieſen Verſuchen vom Fenſterladen ſo weit ab, daß die weißen einfallenden Lichtbündel auf den ſchwarzen Kreiſen der Objektivgläſer ziemlich große Sonnenbilder vorſtellten, von welchen aber immer nur der mittlere Theil durch die kleinen Löcher der ſchwarzen papiernen Kreiſe fallen konnte. So waren nun alle unendlich feine Strahlen eines jeden Lichtbündels einander ziemlich parallel, welche Forderung Newton vorausſetzt.

Auf ſolche Art ließ Herr Wünſch die Farbenbilder in der gedachten Entfernung von den Prismen auf die weiße Tafel abbilden, und wiederholte von den angeführten Verſuchen der erſten und zweyten Reihe alle diejenigen, welche ſich entweder mit zwey oder drey Prismen anſtellen ließen. Aber bey allen dieſen Verſuchen zeigten ſich die Reſultate gerade wieder ſo, wie er ſie fand, wenn er die Prismen ohne Objektivgläſer gebrauchte. Nur den einzigen Unterſchied bemerkte er, daß die farbigen Leiſten des Stiftes, den er in die gemiſchten Lichter führte, bey dieſen Verſuchen weit lebhafter glänzten, als bey den erſtern.

Allein es könnte noch ferner eingewendet werden, daß diejenigen Farbenlichter, welche zuſammengeſetzt ſeyn ſollen, durch eine neue Brechung zerlegt werden müßten, welches aber nach Newton's Verſuchen auf keine Weiſe geſchehe. Um nun auch dieſe Einwendung zu entfernen, ſtellte Herr Wünſch eine vierte Reihe von Verſuchen an.

Zuerſt ſtellte er das kleine Loch der weißen Tafel in den rothen Schein des Farbenbildes, und ließ recht geſättigtes rothes Licht hindurch. Nahe hinter der Tafel brach er dieſen rothen Strahl durch ein zweytes Prisma, und ließ ihn von einem Gehülfen in einem neuen Abſtande von 5 oder 6 Fuß an einer zweyten weißen Tafel auffangen; das Bild blieb aber, wie ſchon bekannt, roth.

Nun ſenkte er die Tafel ſo weit nieder, bis er die kleine Oeffnung mitten im pomeranzenfarbigen Schein wahrnahm. Allein hier war das zum zweytenmale gebrochene pomeranzenfarbige Licht keinesweges mehr ſo kreisförmig, wie das vorige ganz rothe, ſondern allerdings ein wenig elliptiſch oder länglich. Auch war es nicht mehr durchaus pomeranzenfarbig, ſondern untenher mit einer breiten ſcharlachrothen, oben herum mit einer breiten mattgrünen ſichelförmigen Einfaſſung beſetzt, beſonders wenn er die Tafel gegen das darauf fallende Licht rückwärts neigen ließ.

Hierauf ließ er nun reines hochgelbes Licht zum zweytenmale durchs Prisma gehen. Auf der hintern Tafel ſahe er dann einen merklich länglichen gelben Schein, welcher unten herum mit einer eben ſo lebhaft grünen ſichelförmigen Einfaſſung beſetzt war. Daher konnte er das pomeranzengelbe und gelbe Licht nicht für unzerlegbar halten.

Die grüne Farbe bildete nach der zweyten Brechung wieder nur einen kreisförmigen grünen Schein, welcher weder am obern Rande noch am untern das geringſte fremdartige Licht zeigte, ſo ſchief auch die Tafel gegen ihn geneigt war.

Beym hochblauen Lichte nahm er nach der zweymaligen Brechung abermals einen länglichen Schein wahr, welcher zwar groſzentheils hochblau, aber am untern Rande mit einer lebhaft grünen, am obern mit einer geſättigten veilchenblauen ſichelförmigen Einfaſſung verbrämt war.

Das indigoblaue Licht gab nach der zweyten Brechung ein indigoblaues Bild, welches am untern Rande mattgrün, am obern Rande geſättigt veilchenblau ausfiel.

Allein das reine veilchenblaue Licht gab gleichfalls nur ein reines veilchenblaues Bild, welches weder am obern Rande, noch am untern, und überhaupt nirgends einen fremdartigen Saum zeigte.

Aus dieſen Verſuchen ſchlieſzt nun Herr Wünſch aufs neue, daſz nur drey Lichtfarben einfach, die übrigen hingegen je aus zwey einfachen zuſammengeſetzt ſind.

Ferner ſtellte Herr Wünſch eine fünfte Reihe von Verſuchen an, um dadurch zu beweiſen, daſz der Schatten eines dünnen Stifts in eines jeden einfachen Farbenbildes gelben und hochblauen Stellen mit fremdartigen Säumen beſetzt erſcheine. Der Stift hiezu hielt etwa nur $\frac{1}{3}$ Linie im Durchmeſſer, und ward nur ohngefähr einen halben Fuſz weit von der Tafel in den Lichtſchein gehalten.

Anfänglich führte er den Stift in den rothen Schein, und fand ſeinen Schein in demſelben am

obern Rande ſowohl als am untern mit einem geſättigt rothen Saume verbrämt.

Hierauf brachte er den Stiftſchatten in den pomeranzengelben Schein hinauf, und fand, daß er am obern Rande immer noch einen ſehr geſättigt rothen, am untern aber einen mattgrünen Saum hatte.

Hiernächſt brachte er den Schatten mitten in den hochgelben Schein; und hier war er am obern Rande noch immer geſättigt roth, am untern aber geſättigt grün.

Ferner führte er den Schatten in den grünlichgelben Schein, und er war obenher mit einer mattrothen, untenhin mit einer lebhaft grünen Leiſte beſetzt.

Nun ließ er den Schatten in die Mitte des reinen grünen Scheins fallen; und in dieſem war er wieder am obern Rande ſowohl als am untern mit einem geſättigten grünen Saume eingefaßt.

Sofort brachte er den Schatten in den Lichtſchein, welcher zwiſchen dem grünen und hochblauen das Mittel hielt; und hier fand er an ſeinem obern Rande immer noch eine geſättigte grüne Leiſte, am untern hingegen zeigte ſich eine matt veilchenblaue.

Mitten im hochblauen Lichte war der Schatten am obern Rande mit einer lebhaft grünen, am untern mit einer lebhaft veilchenblauen Einfaſſung verbrämt.

Aber auf der indigoblauen Stelle hatte er am obern Rande wieder nur eine mattgrüne Leiſte, am untern hingegen war er mit einem geſättigten veilchenblauen Saume beſetzt.

Indeſſen ließe ſich doch hier noch einwenden, daß vielleicht weder das hochblaue noch das gelbe Licht

Licht ganz rein und einfach zugegen geweſen ſey, und zwar darum, weil er nicht zugleich ein Objektivglas von gehöriger Brennweite vor das Prisma geſtellt habe. Allein auch dieſe Einwendung ſuchte Herr Wünſch durch eine ſechſte Reihe von Verſuchen vollkommen zu heben. Hiebey wurde bloß eine Glaslinſe, deren Brennweite ohngefähr 5 oder 6 Fuß beträgt, ganz nahe vor das Prisma geſtellt.

Wenn er nun das Farbenbild in der Entfernung dieſer Brennweite auf der Tafel darſtellte, und einen dünnen Drath etwa 1 Fuß weit vor derſelben auf und nieder führte, ſo nahm er freylich noch in keinem der farbigen Scheine einen merklichen Schlagſchatten mit bunten Leiſten wahr, ſondern er ſahe nur, daß alle farbige Stellen der Reihe nach ſich ein wenig verdunkelten und wieder erhellten, je nachdem der Drath vor ihnen langſam auf und nieder bewegt ward.

Stellte er aber die Tafel nur etwa in die Hälfte der Brennweite gedachter Glaslinſe, und führte er den Drath mitten zwiſchen dem Prisma und ihr horizontal auf und nieder, ſo zeigte ſich der Erfolg weit ſchöner. Auf dem gelben und hochblauen Scheine des Farbenbildes nahm er nun allerdings wieder einen doppelfarbigen Querſtreifen wahr, deſſen obere Hälfte auf der gelben Stelle roth, auf der hochblauen grün erſchien, indem die untere Hälfte deſſelben auf jener Stelle grün, auf dieſer violet leuchtete. Aber auf den rothen, grünen und veilchenblauen Stellen fand er ebenfalls nichts von fremdartigen Streifen, ſondern bloß die reinen einfachen Lichter ſelbſt, welche jedoch in ihrer Mitte ein wenig matt erſchienen, weil etwas Halbſchatten vom Drathe dahin fiel.

Hielt er den Drath in der einmal angenommenen Entfernung vom Prisma feſt, und ließ er nur die Tafel demſelben näher bringen, ſo warf er, indem er ihn vor dem Farbenbilde auf und nieder führte, nun einen ſchmalen Schlagſchatten auf daſſelbe, und ſelbiger war im gelben Scheine obenher mit einem rothen, unten mit einem grünen Saume, im hochblauen Scheine hingegen oben mit einer grünen, unten mit einer veilchenblauen Einfaſſung verbrämt. Auf die rothen, grünen und veilchenblauen Stellen warf er dann zwar auch einen ſchmalen Schlagſchatten; aber dieſer war hier von allen fremdartigen Leiſten gänzlich befreyet.

Brachte er die Tafel dem Drathe noch näher und immer näher, ſo verſchwanden die fremdartigen Schattenleiſten auch auf den gelben und blauen Stellen des Farbenbildes, und ſolches geſchah in eben dem Verhältniſſe, in welchem der Schlagſchatten der Breite nach wuchs, bis zuletzt ganz nahe am Drathe in jeder Stelle des Farbenbildes nur Schlagſchatten, ſo breit als der Drath ſelbſt war, übrig blieb.

Daß alle dieſe Erſcheinungen nach ſeiner dreyfarbigen Hypotheſe ſo erfolgen müſſen, ſucht Herr Wünſch durch eine bildliche Vorſtellung klar zu machen, und ſchließt zuletzt daraus, daß dieſe Hypotheſe nun keine Hypotheſe mehr ſey, ſondern als ein bewieſener Satz anerkannt werden müſſe.

Endlich führt Herr Wünſch noch verſchiedene Erſcheinungen an, welche der ſiebenfarbigen oder der Newton'ſchen Hypotheſe entgegen ſeyn ſollen, nach der ſeinigen aber ſich ſehr leicht erklären laſſen.

Wenn man nämlich einen dünnen Stab, z. B. den Stiel einer langen irdenen Pfeife, quer vor den

einen Fenſterflügel befeſtigt, und denſelben in der Entfernung einiger Schritte durch ein gutes Farbenprisma unter dem gehörigen Winkel gegen den reinen Himmel betrachtet, ſo ſieht man von dem Stabe gar nichts mehr, ſondern an deſſen Statt nur etliche an einander liegende Querſtreifen, welche aus Lichtfarben beſtehen, und bey aufwärts gekehrtem brechenden Winkel der Ordnung nach von unten herauf hochblau, violet, purpurfarbig, weiß und gelb ſind, indem dieſelben bey abwärts gekehrtem brechenden Winkel in der umgekehrten Ordnung auf einander folgen.

Ferner giebt es einige Gläſer von weißem Glaſe, welche nahe an ihrem Boden, wo ihre Maſſe beträchtlich dick iſt, große farbige Winde haben. Betrachtet man ein ſolches Glas vermittelſt reflektirten Lichts, oder ſieht man bloß auf ſelbiges, ſo erſcheinen alle dieſe Winde vollkommen hochblau, und ſind undurchſichtig. Hält man aber das Glas gegen das Licht, oder ſieht man durch ſelbiges hindurch, ſo erſcheinen dieſelben Winde hochroth, und ſind vollkommen durchſichtig.

Auch mit der Tinktur des nephritiſchen Holzes ſtellte er einige Verſuche an, welche nach der ſiebenfarbigen Hypotheſe, nach Herrn Wünſch's Meynung, nicht einzuſehen wären. Er goß nämlich dieſe anfänglich in ein vierſeitiges weißes Glas, und ließ in ſeiner verfinſterten Stube einen dünnen Sonnenſtrahl hineinfahren. Dieſer ward großentheils reflektirt, und bildete auf einem entgegen gehaltenen weißen Täfelchen einen kleinen hochblauen Kreis, welcher ſehr ſcharf begrenzt war. Aber derjenige Theil, welcher durch die Tinktur hindurch fuhr, war hochroth, und bildete auf dem hinter das Glas gehal-

tenen Täfelchen einen kleinen rothen Kreis, welcher eben ſo, wie jener, ſcharf begrenzt erſchien.

Hierauf zerlegte er den einfallenden weißen Strahlenbündel vermittelſt eines Prisma, und leitete einen Theil des rothen Lichts durch das Loch ſeiner großen weißen Tafel, hinter welche er nun das Glas mit der Tinktur in einiger Entfernung befeſtigte, ſo daß das Licht, welches durch das Loch fuhr, auch ſie traf. Von hinten betrachtet erſchien ſodann dieſe Tinktur vollkommen durchſichtig roth, von vorne hingegen undurchſichtig ſchwarz, d. h. man ſah ſie faſt gar nicht, und auf einem entgegen gehaltenen Täfelchen war nur ſehr wenig von einem zurückgeworfenen rothen Scheine zu ſehen, welchen bloß die vordere ebene Fläche des Glaſes, worin die Tinktur war, zurück gab.

Hierauf ſtellte er das Loch der Tafel in das gelbe Licht, und ließ die Tinktur von dieſem Lichte beleuchten. Von hinten gegen dieſes Licht betrachtet erſchien ſie immer noch durchſichtig roth, von vorne hingegen undurchſichtig grün, und eben ſo zeigte ſich auch der Schein, den ſie auf ein entgegen gehaltenes weißes Täfelchen zurück warf.

Nun ließ er die Tinktur vom grünen Lichte auf gedachte Art beleuchten, und ſie erſchien von hinten betrachtet ganz undurchſichtig und ſchwarz, von vorne hingegen immer noch grün, und undurchſichtig.

Sofort leitete er das hochblaue Licht auf ſie, und ſie erſchien von vorne ſehr ſchön hochblau, von hinten aber wieder ſchwarz und undurchſichtig.

Endlich leitete er auch das veilchenblaue Licht auf ſie, und ihr zurückgeworfener Schein war veilchenblau, alles übrige aber ebenfalls undurchſichtig ſchwarz.

Nun

Nun ließ er ſich von dünnem weißen Spiegelglaſe ein hohles dreyſeitiges Prisma verfertigen, welches mit beliebigen flüſſigen Materien gefüllt, und wie ein ſolides Farbenprisma gebraucht werden konnte. Dieſes füllte er zuerſt mit der Tinktur des nephritiſchen Holzes, und ſuchte damit einen Strahlenbündel im finſtern Zimmer zu zerlegen. Das Farbenbild ſtellte auf der weißen Tafel nur ein rothes Oblongum dar, indem von den übrigen Farben auch nicht das geringſte auf ſelbiger erſchien: denn dieſe wurden von der vordern Seite des Prima zurück geworfen, und bildeten auf einem entgegen gehaltenen weißen Täfelchen einen kleinen hochblauen Kreis, welcher lebhaft genug in die Augen fiel. Als er das Auge ſelbſt nahe an das Prisma in das gebrochene Licht hielt, ſahe er ebenfalls weiter nichts, als eine kleine feuerrothe Ellipſe, die das kleine Loch des Fenſterladens vorſtellte.

Hierauf füllte er das Prisma mit einer geſättigten Safrantinktur, um nun auch durch dieſe einen Strahlenbündel zu zerlegen. Hier ſtellte das Farbenbild zwey Oblongen dar, ein rothes und ein grünes, die aber zum Theil auf einander lagen, und einen gelben Schein daſelbſt bildeten, welcher einen hohen grünen Aufſatz, und eine faſt eben ſo große rothe Unterlage hatte. Von blauem Lichte war da gar nichts zu ſehen, auch das zurückgeworfene Licht war nicht veilchenblau, ſondern gelblich weiß. Als er das Auge nahe an das Prisma in das gebrochene Licht hielt, ſo ſahe er auch nichts weiter, als eine kleine brennend helle Ellipſe, welche bloß in der Mitte gelb, unten grün erſchien.

Hierauf goß er eine Saftgrüntinktur, mit ein wenig Wunderblau verſetzt, in das Prisma, und ließ einen weißen Strahlenbündel dadurch zerlegen. Hier war das Farbenbild wieder nur ein grünes Oblongum, woran von allen übrigen Farben gar nichts erſchien. Der ſchwache zurückgeworfene Theil war ebenfalls nicht purpurfarbig, folglich nicht roth und veilchenblau, ſondern grünlich weiß.

Nun füllte er das Prisma mit einer Tinktur aus Wunderblau oder aufgelößtem Indigo; als er den Strahlenbündel durch dieſe zerlegen ließ, fand er auf der weißen Tafel abermals zwey Oblongen, ein grünes und ein veilchenblaues, welche zum Theil in einander lagen, oder eine hochblaue Stelle zwiſchen der grünen und veilchenblauen bildeten. Als er jetzt ſein Auge nahe an das Prisma in das gebrochene Licht brachte und hindurch ſah, ward er aufs neue einen kleinen einzelnen mattrothen Kreis gewahr, unter welchem ein langes brennend hochblaues Oblongum mit ſeinem grünen Kopfe und veilchenblauen Fuße erſchien. Der gegen den Fenſterladen zurückgeworfene ſchwache Theil des einfallenden Strahls war nur bläulich weiß. Das Indigoblaue zerſtört alſo weder das veilchenblaue, noch das grüne Licht, ſondern läßt beyde hindurch; das rothe aber zerſtört ſie; denn auf der weißen Tafel war außer dem grünen und veilchenblauen, welche daſelbſt beyde ſehr hell erſchienen, nicht im geringſten etwas zu ſehen, und was das kleine mattrothe Bild betrifft, welches man gewahr ward, wenn man durchs Prisma hindurch ſah, ſo verſchwand ſelbiges in einem viel dickern Säulenglaſe gänzlich.

Aus

Aus dieſen beyden letztern Verſuchen ſchließt Herr Wünſch ſehr wahrſcheinlich, daß wenigſtens in jeder Farbe für ſich diejenigen Strahlen am ſchwächſten ſind, welche die meiſte Brechung erleiden. Von den rothen erhelle ſolches hier offenbar.

Endlich füllte er das Prisma mit Veilchenſyrup, und ließ auch durch dieſen einen weißen Lichtbündel zerlegen. Auf der Tafel ſtellte ſich nun wieder ein einfaches, aber ſchwaches veilchenblaues Oblongum dar, welches weder blau noch roth begrenzt erſchien, und auch ſonſt von keiner Farbe einigen Schein an ſich wahrnehmen ließ. Ein ſolches Oblongum, nur aber ſehr klein und brennend helle, nahm er auch wahr, als er durch die Tinktur hindurch ſah; und was jenen kleinen mattrothen Kreis betrifft, welcher darüber ſtand, ſo erſchien derſelbe hier bloß etwas länglicht und heller, als in der Saftgrün- und Indigo-Tinktur; woraus wiederum erhellet, daß dieſes Fluidum das grüne Licht gänzlich, das rothe hingegen größtentheils verſchlucke oder zerſtöre und unſichtbar mache.

Auch hat Herr Wünſch verſchiedene Verſuche über die Lichtfarben dünner durchſichtiger Körper angeſtellt, und einige Abweichungen von den vor ihm von Newton, Abbé Mezeas, Muſſchenbroek und du Tour gemachten Beobachtungen gefunden.

Er nahm zwey auf beyden Seiten erhabene *Objektivgläſer*, welche etwa 6 Fuß Brennweite hatten, wiſchte ſie erſt mit einem trockenen warmen Sämiſchleder recht rein ab, und legte ſie ſodann über einander. Nachdem er ſie nun an den Rändern, ſo ſtark er konnte, mit den Fingern zuſammendruckte, ſo erſchienen zwiſchen ihnen viele concentriſche ſchwar-

ze

ze und weiße Ringe, in deren Mitte ſich ein ſchwarzer Kreis befand. Aber dieſer Kreis erſchien nur ſo lange ſchwarz, als er die Gläſer vermittelſt reflektirten Lichts betrachtete. Sah er aber durch ſie gegen das Tageslicht hindurch, ſo erſchien er weiß, und es kehrte ſich überhaupt alles um. Wenn er ferner ſehr ſteil darauf hinſah, ſo zeigten ſich die Ringe ſowohl als der mittlere ſchwarze Kreis ziemlich kreisrund, und lagen allenthalben enge an einander. Sah er aber ſchief oder flach auf ſie hin, ſo wurden alle dieſe Ringe elliptiſch, und breiteten ſich nach der Richtung ihrer großen Axe beträchtlich aus, nahmen aber in Anſehung ihrer Menge nicht zu, und jener mittlere ſchwarze Kreis ward auch nicht länger, ſondern nur ſchmäler, als er bey einer mehr ſtillen Anſicht erſchien. Alles dieß erfolgte auch eben ſo, wenn er durch die Gläſer hindurchſah, nur daß hier alles weiß erſchien, was dort ſchwarz war.

Wie es nun zugehe, daß um dieſen mittleren Kreis herum ſich eine Menge von ſchwarzen und weißen Ringen erzeugen, läßt ſich, nach Herrn Wünſch's Bemerkung, nicht leicht einſehen. Man könnte zwar auf die Vermuthung fallen, daß die Gläſer, durch das Zuſammendrucken um ihren Berührungspunkt herum wellenförmige Oberflächen bildeten, ohngefähr wie ſtillſtehendes Waſſer, wenn man einen Stein hineinwirft, und man könnte hinzuſetzen, daß das Licht allenthalben, wo dieſe kreisförmigen Wellen der beyden Flächen einander berühren, ungehindert hindurch fahren, in den vertieften Zwiſchenräumen hingegen, wie von Spiegelflächen, zurückkehren müßte. Allein dieſe Vermuthung könne darum nicht ſtatt finden, weil ſich die gedachten Ringe deſto mehr erweitern

tern und immer breiter werden, je mehr man flach auf die Gläſer hinſieht, oder je ſchiefer man ſie gegen das hindurchfahrende Licht hält.

Wenn er die beyden Objektivgläſer nicht zuſammendruckte, ſondern nur ſanft auf einander legte, und unter einem ſchiefen Winkel darauf hinſah, ſo erſchien jener mittlere Kreis nicht ſchwarz, ſondern anfänglich purpurfarbig, oder carmoiſinroth. Dann entſtand in dieſem beym gelindeſten Drucke ein grüner Kreis, indem ſich der purpurfarbige zu einem Ringe ausdehnte. Hierauf entſtand im grünen auf die nämliche Art ein blauer, und in dieſem ein veilchenblauer. Auch erſchienen jene ſchmalen Ringe, die den mittleren Kreis umgaben, in dieſem Falle nicht ſo zahlreich, wie im vorigen; dazu waren ſie auch nicht bloß weiß und ſchwarz, ſondern ſpielten ebenfalls, wie der mittlere Kreis, verſchiedene Farben, je nachdem die Gläſer vermöge ihrer eigenen Laſt einander mehr oder weniger drückten, oder je mehr oder weniger man dieſen Druck mit ſanfter Hand verhinderte. Preßte er hierauf die Gläſer ſtärker zuſammen, ſo entſtand mitten im veilchenblauen Kreiſe ein weißer, und jener veilchenblaue ward abermals zu einem Ringe, welcher ſich, wie die übrigen, weiter ausdehnte, wenn die Gläſer ſtärker zuſammengepreßt wurden.

Größer und ſchöner erſcheinen dieſe Kreiſe und Ringe, wenn man zwey dicke gut geſchliffene, und wohl polirte Plangläſer mit ihren ebenen Flächen auf einander legt, wie auch ſchon durch die Verſuche Newton's und Anderer bekannt iſt. Nur hat Herr Wünſch hiebey einige neue Beobachtungen angeführt. Werden nämlich dieſe Plangläſer nur auf einander gelegt, aber nicht zuſammengepreßt, und liegen

ſie auf einem dunkeln Grunde, ſo daß das freye Tageslicht vom Himmel darauf leuchtet, ſo ſieht ein Auge, welches dieſelben unter einem Winkel von etwa 70° betrachtet, nur etliche carmoiſinrothe und meergrüne Ringe nebſt einem zwiſchen ihnen eingeſchloſſenen Kreiſe. Neigt ſich das Auge ein wenig, ſo verwandelt ſich der mittlere carmoiſinrothe Kreis auch in einen Ring, indem in ihm ein meergrüner entſteht, welcher ſofort eben ſo groß wird als der vorher gedachte rothe ſelbſt. Auf ſolche Art erſcheint nun ſchon ein Ring mehr, als vorher, und alle vorige haben ſich zugleich weiter ausgedehnt. Neigt ſich das Auge noch mehr, ſo entſteht im meergrünen Kreiſe aufs neue ein carmoiſinrother, indem der grüne ſich in einen Ring verwandelt. Neigt man das Auge noch tiefer, ſo entſteht im carmoiſinrothen abermals ein meergrüner. Auf dieſe Art kommt wohl fünfmal ein carmoiſinrother Kreis in der Mitte zum Vorſchein, und eben ſo vielmal ein meergrüner, bis zuletzt, wenn man das Auge zum tiefſten geneigt hat, in der Mitte ein veilchenblauer Kreis erſcheint, welcher grün begrenzt iſt. Alle auf dieſe Art entſtandene Ringe haben ſich indeſſen weiter ausgedehnt, und jene allererſten, welche ſich anfänglich nahe um den mittleren rothen Kreis befanden, liegen nun der Peripherie der Gläſer nahe.

Nimmt man hierauf den dunkeln Grund unter den Gläſern hinweg, und ſieht unter eben den kleinſten Winkel hindurch, unter welchem man zuletzt auf ſie hinſah, ſo zeigt ſich der mittlere Kreis nicht violet, ſondern gelb, und iſt mit einem purpurfarbigen Ringe begrenzt, indem ſofort meergrüne und carmoiſinrothe Ringe mit einander abwechſeln; mit einem

Wor-

Worte, diejenigen ringförmigen Stellen, welche oben carmoiſinroth erſcheinen, zeigen ſich unten meergrün, und umgekehrt, indem diejenigen, welche ſich unten purpurfarbig zeigen, oben grün erſcheinen, ſo wie diejenigen, welche oben veilchenblaues Licht reflektiren, unten bloß gelbes hindurch laſſen, und umgekehrt.

Giebt man dem Auge wieder die höchſte Elevation, und fängt man an, die Gläſer zuſammenzupreſſen, ſo ſieht man mit unverrücktem Auge gleichfalls im rothen Kreiſe einen grünen, in dieſem wieder einen rothen, u. ſ. w. entſtehen, indem ſich zugleich die Ringe in eben dem Verhältniſſe erweitern. Dieſer Wechſel findet ein paar mal ſtatt; alsdann mag man preſſen ſo ſehr man will, neue Kreiſe und Ringe nimmt man dann nicht mehr wahr.

Läßt man die Gläſer ſo ſtark als möglich zuſammengepreßt, und erniedrigt das Auge nun allmählig, ſo ſieht man wieder eine Menge farbiger Ringe auf obige Weiſe aus der Mitte entſtehen, und ſich deſto weiter ausbreiten, je mehr man das Auge erniedrigt, oder je mehr man flach auf die Gläſer hinſieht. Auch beſteht nun der Wechſel nicht mehr bloß in meergrünen und carmoiſinrothen, oder in grasgrünen und purpurfarbigen Ringen, ſondern er geht vielmehr durch alle Regenbogenfarben hindurch. Nämlich zuerſt erſcheint im purpurfarbigen Kreiſe, der ſofort zu einem Ringe wird, ein gelber. Alsdann wird, wenn das Auge tiefer kommt, auch dieſer zum Ringe, und in ihm entſteht ein grasgrüner Kreis, welcher nun ebenfalls zum Ringe wird, indem ein blauer Kreis in ihm entſteht; in dieſem entſteht aber ſofort ein veilchenblauer, in dieſem ein purpurfarbiger, in dieſem ein rother, in dieſem ein gelber, und in dieſem

ſem ein weißer, welcher bey der geringſten Elevation des Auges zum Vorſchein kommt. Am Ende haben ſich die Ringe über die ganzen innern Flächen der Gläſer ausgebreitet, und jeder derſelben, bloß die äußerſten ausgenommen, welche gewöhnlich nur meergrün und carmoiſinroth erſcheinen, iſt mit allen Regenbogenfarben geſchmückt.

Sieht man unter eben dem kleinſten Winkel durch die Gläſer hindurch, ſo erblickt man in der Mitte, ſtatt eines weißen Kreiſes, einen ſchwarzen, welcher mit einem veilchenblauen Ringe umgeben iſt, worauf ſofort ein hochblauer, dann ein grüner, dann ein gelber, dann ein rother folgt, u. ſ. w. Nämlich diejenigen Stellen, welche beym Daraufſehen weiß erſcheinen, zeigen ſich beym Hindurchſehen ſchwarz; und auf gleiche Weiſe zeigen ſich die veilchenblauen gelb, die hochblauen roth, die grünen purpurfarbig, die gelben veilchenblau, die rothen hochblau, die meergrünen carmoiſinroth.

Auch beſtätigt Herr Wünſch die ſchon von den Herren du Tour und Muſſchenbroek gemachte Beobachtung, daß dieſe farbigen Ringe unter der Luftpumpe im leeren Raume im geringſten nicht verſchwinden, ſondern vielmehr ſchöner erſcheinen, als zuvor.

Ferner kann man dergleichen Gläſer bis zum Zerſpringen erhitzen, ohne ihre farbigen Ringe zu zerſtören, und ohne die Farben im geringſten zu ſchwächen, vielmehr nehmen dieſe in der Hitze an Schönheit und Glanz zu. Dieß gilt aber nur von ſolchen Gläſern, die ſich in der Hitze durchaus gleichförmig ausdehnen, und ſich nicht krümmen; denn außerdem verſchwinden die Ringe in der Hitze gänzlich.

lich. Staub oder Schmutz, beſonders aber Feuchtigkeit geſtatten dagegen die Entſtehung derſelben nicht einmal.

Newton hatte angeführt, daß die farbigen Kreiſe bloß einen Theil ihrer Lebhaftigkeit verlieren, und ſich enger zuſammenziehen, wenn man einen Waſſertropfen zwiſchen die Gläſer bringt. Allein ſchon Muſſchenbroek führt an, daß er die Verengerung der farbigen Kreiſe durch einen hineingelaſſenen Waſſertropfen nie habe bewirken können. Dieß hat auch Herr Wünſch beſtätigt. Brachte er nämlich einen Waſſertropfen zwiſchen die dicken Plangläſer, ſo verſchwanden die farbigen Kreiſe anfänglich allenthalben, wohin ſich das Waſſer verbreitete, gänzlich, und er nahm nie wahr, daß das Waſſer dieſe Kreiſe zuſammendruckte oder verengerte. Nachher kamen dieſelben zuweilen wieder zum Vorſchein; ſie waren aber nicht mehr ſo lebhaft als zuvor, und weder in Hinſicht der Farben noch in Menge und Größe im geringſten verändert. Brachte er ferner einen Waſſertropfen zwiſchen die oben gedachten Objektivgläſer, welche nur kleine und enge Kreiſe bildeten, ſo verſchwanden dieſe Kreiſe, ſie mochten nun nur ſchwarz und weiß, oder blutfarbig ſeyn, zwar allerdings faſt nie gänzlich, aber von Verengerung derſelben hat er da ebenfalls nichts wahrnehmen können.

Was nun von allen dieſen Erſcheinungen, und auch von denjenigen, welche ſich bey dünnen Glaskugeln und Seifenblaſen vorfinden, die Urſache iſt, durch welche die Stellen, die ſich beym Daraufſehen ſchwarz zeigen, beym Durchſehen weiß erſcheinen, und umgekehrt; oder warum die veilchenblauen Stellen, von der Hinterſeite betrachtet, gelb, die hoch-

blauen roth, die grünen purpurfarbig, die gelben veilchenblau, die rothen hochblau, die meergrünen carmoiſinroth erſcheinen; ſo iſt dieſe nach Herrn Wünſch aus den Sätzen von den drey einfachen Grundfarben ſehr leicht aufzufinden.

Wo nämlich bloß die veilchenblauen Theile des einfallenden Lichts reflektirt werden, da gehen die übrigen, oder die grünen und rothen, hindurch, welche zuſammen gelbes Licht geben. Wo aber die veilchenblauen und grünen Theile, welche hochblaues Licht geben, zurückkehren, da können freylich nur noch die übrigen, oder die rothen hindurch fahren. Kehren ferner in einer Stelle nur die grünen allein zurück, ſo fahren in ſelbiger die rothen und veilchenblauen hindurch, welche zuſammen die purpurfarbige Miſchung ausmachen. Fahren endlich irgendwo die rothen und ein Theil der veilchenblauen hindurch: ſo müſſen die grünen ſowohl als der übrige Theil der veilchenblauen zurück bleiben, oder zurückkehren u. ſ. w.

Warum aber die dünnen Körper und die körperlichen Räume das Licht auf eine ſo ſonderbare und vielfältige Weiſe zerlegen, läßt Herr Wünſch unentſchieden. Es ſey freylich, ſagt er, ſo viel gewiß, daß die dünnen Körper und Räume nicht allenthalben gleich dick, ſondern an einigen Stellen mehr, an den übrigen minder dick ſind, wie auch, daß die minder brechbaren Farben des Lichts mehr Kraft beſitzen, als die mehr brechbaren. Und hieraus würde folgen, daß die dünnern Stellen, wegen der ſtärkern Wirkung der wechſelſeitigen anziehenden Kraft ihrer Oberflächen, allerdings ganz andere Farben hindurchlaſſen und zurückwerfen müßten, als die minder dünnen. Allein hieraus würde doch noch nicht erhellen, warum

auf einer und eben derſelben Stelle die nämliche Farbe, z. B. die carmoiſinrothe, etliche mal mit jener meergrünen abwechſelt, wenn man die Stelle immer mehr und mehr zuſammenpreßt, folglich immer dünner macht. Auch würde daraus noch nicht hervorgehen, warum ſich dieſer Farbenwechſel auf die nämliche Weiſe bloß durch die verſchiedene Neigung des einfallenden Lichts darſtellt, ohne daß man die Gläſer mehr oder weniger zuſammen zu preſſen, oder überhaupt einen dünnen Körper noch dünner zu machen nöthig hat. Man könnte zwar dazu noch annehmen, daß der Wechſel ein Naturgeſetz wäre, dem auch ſogar das Licht gehorchen müßte, und nun hieraus dieſes Phänomen erklären. Allein dieß wäre doch eine offenbare Hypotheſe, durch welche wir nicht einmal mehr erfahren könnten, als wir vorher wußten, weil wir denn doch die Urſache dieſes Geſetzes nicht begreifen würden. Wüßte man übrigens, auf welche Weiſe oder aus welcher Urſache das Licht bey der Beugung deſſelben die bekannten farbigen Leiſten bildete: ſo würde man ohne Zweifel auch der Urſache des obigen Farbenwechſels auf die Spur kommen; denn beyde Phänomene würden ohnſtreitig von einerley Kräften auf eine ähnliche Weiſe hervorgebracht.

Unterſuchungen über die Analogie der Farben mit den Tönen hat Herr Heydenreich g)[g] angeſtellt. Er hat mit vielem Scharfſinn erwieſen, daß die Ausführung von einem Farbenclavier unmöglich ſey. Wenn die Verbindungen von Farben eben das bewirken ſollten, was die Töne bewirken, ſo müßten ſie 1. eben ſo fähig

d) Syſtem der Aeſthetik. Leipz. 1790. 8. Sechſte Betracht. S. 224. f.

fähig ſeyn, Leidenſchaften und Empfindungen rege zu machen, wie die Töne. Allein die ganze Leiter der Farben giebt kein ſo beſtimmtes und leicht zu erkennendes Verhältniß zu den Intervallen derſelben an, daß man daraus eine wirkende Melodie zuwege bringen könnte. Die Form der Farben iſt der Raum, nicht aber die Zeit, und Leidenſchaften und Empfindungen können nur durch ſolche Zeichen abcopirt werden, welche mit ihnen die nämliche Form, die Zeit, haben. Geſetzt auch, man wollte die Farben in Bewegung bringen, ſo würden ſich doch dieſe nicht ſelbſt bewegen, ſondern nur das, woran ſie ſich befinden. Der Ton hat ſeine Exiſtenz durch ſein Schweben in der Zeit, die Farbe durch ihre Ruhe in einem Theile des Raums. 2. Durch das Geſicht müßten die Reihen von Farben eben ſo ſchnell unterſchieden werden können, als das Gehör die Reihen der Töne unterſcheidet. Allein wenn nur Reihen von Farben mäßig geſchwind vor den Augen vorübergehen, ſo bewirken ſie eine verworrene Vorſtellung, welches bey den Tonreihen keinesweges der Fall iſt. 3. Auch müßte das Geſicht mit unſerm Gedächtniſſe und Dichtungsvermögen für Leidenſchaften und Empfindungen in eben dem nahen Zuſammenhange ſtehen, als das Gehör. Die Vertheilung und Anordnung des Schattens und Lichts, des Kolorits, alles iſt hier ruhend fähig, Empfindungen und Leidenſchaften zu erwecken, ſo viel es übrigens der Geſichtsſinn erlaubt. Die ähnlichen Geſetze der Farben und Töne, wie die Uebereinſtimmung der Zahlen der weichen Tonleiter und der farbigen Felder im prismatiſchen Farbenbilde, ſind alſo ganz zufällig.

Was die Nebenbogen bey dem Hauptregenbogen betrifft, ſo ſollen dieſe nach Herrn Hube [h]) aus der elliptiſchen Geſtalt der Tropfen erzeugt werden. Stelle man ſich nämlich einen Lichtſtrahl (fig. 2.) ab in einer Waſſerkugel vor, der auf ihrer Hinterfläche in b unter einem Winkel von 48°, oder unter einem noch größern, auffällt, und in bd zurückgeworfen wird. Unter dieſer Vorausſetzung kann bey b gar kein Licht, oder höchſtens nur etwa das rothe und das gelbe, aus der Kugel in die Luft gehen; alles übrige wird nach d zurückgeworfen, und kommt, wenn es hier, ſo wie oben bey a, ohne merkliche Schwächung durchgehen kann, in das Auge, welches in der Linie de iſt. Auf dieſes muß es oft einen lebhaften Eindruck machen, ungeachtet Strahlen, die beym Einfallen in a parallel waren, beym Herausfahren in d etwas divergiren. Zwar wird es durch das Auseinanderfahren geſchwächt, allein dagegen geht auch bey b nichts verloren, und daher kann es, beſonders wenn das Auge nicht ſehr weit entfernt iſt, immer noch ſtark genug ſeyn, um von ihm deutlich bemerkt zu werden. Wenn der Strahl fa bey a unter einem Winkel einfällt, der an 82° groß iſt, ſo kann er noch in die Kugel eindringen. Bey b wird er faſt ganz zurückgeworfen, und verliert daſelbſt vorzüglich nur ſeinen rothen und gelben Theil. Bey d ſollte er eben ſo ſtark zurückgeworfen werden; ſetzt man aber, er gehe wegen irgend einer Urſache hier ganz aus der Kugel, ſo läßt ſich leicht zeigen, daß der Strahl de mit dem einfallenden fa einen Winkel von 82° machen müſſe.

Man

h) Vollſt. und faßl. Unterricht in der Naturlehre. B. II. 68ſter Brief.

Man ſieht leicht, daß das Licht auf die angeführte Art in einen Waſſertropfen nicht eindringen kann, wenn er die Geſtalt einer vollkommenen Kugel hat, weil alsdann der Einfallswinkel bey a ungemein groß ſeyn müßte, und das Waſſer Strahlen, die ſehr ſchief einfallen, ſo wie der beſte Spiegel, zurück wirft, oder faſt gar nicht eindringen läßt. Eben ſo wenig könnte das Licht, wenn es auch in den Tropfen eingedrungen wäre, bey d wieder herausgehen, wenn der Tropfen völlig kugelrund iſt. Setzt man aber, daß er nach oben und unten zu von einer Kugel merklich, wenn gleich wenig, abweicht, und länglicht iſt, ſo wird, wenn man die Strahlen ba und bd bis in g und i fortſetzt, der Brechungswinkel bey g kleiner werden, als der bey a, und der Einfallswinkel bey i auf eben die Art kleiner ſeyn, als der bey d, wie man leicht aus der Figur ſieht. Alſo wird nun ein Sonnenſtrahl in hg, der unter einem viel kleinern Winkel auffällt, als fa einfiel, der alſo größtentheils ins Waſſer eindringen kann, nach ab gehen, und in b faſt ganz zurückgeworfen werden; in i aber nach ik unter einem viel kleinern Winkel, als vorher, alſo auch ohne große Schwächung herausgehen. Ein Auge alſo in k wird von dem Lichte des Punkts b ſtark gerührt werden können. Die Strahlen ik und hg aber werden einen viel größern Winkel, als den von 28° mit einander machen, obgleich die eigentliche Größe dieſes Winkels ſich nicht genau beſtimmen läßt, da er bald etwas kleiner, bald etwas größer iſt, nachdem der Tropfen von der Kugelgeſtalt weniger oder mehr abweicht. Je weniger er davon abweicht, deſto mehr wird das Licht geſchwächt, indem es in ihm eindringt, und aus ihm herausfährt.

Wen-

Wendet man alles dieß auf den Regen an, ſo ſieht man, daß nur die kleinen Tropfen ziemlich genau Kugeln ſeyn können, die größern aber von dieſer Geſtalt merklich abweichen, und länglicht ſeyn müſſen. Dieſe letztern aber ſind bey ſtarken Regengüſſen ſehr häufig, und können daher außer dem gemeinen Regenbogen noch Streifen erzeugen, in welchen das Grüne und Blaue vorzüglich herrſchend iſt, weil das Rothe und Gelbe beym Zurückwerfen in b größtentheils verloren geht. Dieſe Streifen müſſen um den gemeinſchaftlichen Mittelpunkt der Regenbogen farbige Bogen machen, deren Halbmeſſer über 30° hält. Sie können aber bloß oben unter dem Hauptregenbogen und nicht unten an ſeinen Schenkeln zu ſehen ſeyn, weil das Licht, welches ſie erzeugt, bloß oben, und nicht zur Seite, wo die Tropfen den Kugeln völlig ähnlich ſind, in die Tropfen eindringen kann. Ihre Farben folgen in derſelben Ordnung, wie die des Hauptregenbogens, weil ſie nur eine Zurückwerfung vorausſetzen; ſie ſind aber nicht ſo deutlich abgeſondert, ſondern mehr vermiſcht, weil die Strahlen bey i k nicht parallel ſind, ſondern etwas divergiren. Zuweilen können mehrere Streifen unter einander ſeyn, wenn ſich die Tropfen in ihrer Größe und Geſtalt auf einerley Art von einander unterſcheiden. Alsdann aber müſſen die untern Streifen immer blaſſer und blaſſer werden, weil ſie von Tropfen kommen, die ſich der Kugelgeſtalt immer ſtärker nähern. Zuweilen, wiewohl ſelten, können die Tropfen ſo groß und ſo häufig ſeyn, daß man mehrere auch mit der rothen Farbe verſehene Bogen nahe unter einander ſieht. Ueberhaupt, meint Herr Hube, gebe es ſchwerlich einen Umſtand, der ſich nicht aus der gegebenen Erklärung ſehr leicht begreifen laſſe.

Herr Lüdicke [i]) hat eine Vorrichtung von einem kleinen Schwungrade angegeben, um die Verwandlung der Regenbogenfarben in Weiß darzuſtellen. Zugleich führt er einige Bemerkungen und Verſuche über die dazu nöthige Eintheilung des Farbenbildes an.

Der Ring mit den Regenbogenfarben wird nicht unmittelbar auf dem Schwungrade, ſondern auf einer beſondern mit feinem Papier überzogenen glatt geſchlagenen Pappſcheibe angebracht, welche abgenommen und vor Staub aufbewahrt werden kann. Nur findet ſich beym Auftragen der Farbe auf den Ring eine große Schwierigkeit, wenn man ein reines ungefärbtes Weiß erhalten will. Die Pigmente, welche man hiezu anwenden kann, ſind nicht ſo glänzend und rein, als die Regenbogenfarben, und erzeugen, wenn ſie vorzüglich ſtark aufgetragen werden, zwiſchen ihren Theilen Schatten, welche ein ſchmutziges Weiß hervorbringen. Hiernächſt veranlaßt die Newton'ſche Eintheilung in ſieben Farben den Fehler, daß einige Uebergänge der einen Farbe in die andere fehlen, und daß daher eine oder die andere Farbe vorſticht und das Weiße färbt. Dieſe und andere Urſachen haben Herrn Lüdicke bewogen, den Ring der Scheibe in 12 Theile zu theilen, und dieſe Räume mit folgenden Pigmenten zu überziehen:

Hell violet oder röthlich, welches ſich dem Dunkelrothen nähert, nimmt 40,5 Grad des Kreiſes ein, und wird aus Karmin mit ein wenig Berlinerblau gemiſcht.

Violet, hält 38 Grad, wird, wie das vorhergehende, jedoch mit Berlinerblau gemiſcht.

Indigo

i) Gilberts Annalen. B. V.

Indigo, von 36 Grad, aus Berlinerblau mit ein wenig Karmin.

Blau, 34 Grad; iſt Berlinerblau.

Hellblau, 32 Grad; Berlinerblau ſehr ſchwach aufgetragen.

Grün, 30,3 Grad; kryſtalliſirter Grünſpan im deſtillirten Eſſig aufgelößt. Ein etwas bläuliches Grün.

Hellgrün, 28,6 Grad; Grünſpanauflöſung mit etwas Gummigutt verſetzt.

Strohgelb, 27 Grad; Gummigutt ſehr ſchwach aufgetragen.

Gelb, 25,5 Grad; Gummigutt etwas ſtärker.

Orange, 24 Grad; Gummigutt mit etwas Karmin.

Hellroth, 22,7 Grad; Karmin mit ein wenig Gummigutt.

Roth, 21,4 Grad; Karmin, jedoch nicht allzuſtark aufgetragen.

Alle Farben werden mit aufgelößtem ganz weißen arabiſchen Gummi verſetzt und durchgängig dünn aufgelegt. Den Farbenring umgiebt eine etwas breite ſchwarze Kreislinie, und die innere Kreisfläche wird ebenfalls mit Schwarz überzogen, damit kein reflektirtes Licht mitwirken könne. Auf dieſe Weiſe hat Herr Lüdicke Farbenringe erhalten, welche während der Bewegung ein reines ganz ungefärbtes Weiß gaben.

Die angeführte Eintheilung beruht auf der Aehnlichkeit der Farben mit den Tönen, obgleich Herr Lüdicke ganz richtig bemerkt, daß dieſe Aehnlichkeit auf weiter nichts, als auf bloßen Verhältniſſen beruht,

ruht, und weiter keine Ausdehnung zulaſſe. Wenn Lüdicke die gleich ſchwebende Temperatur bey der Eintheilung des Farbenbildes zum Grunde legte, ſo waren auch die Breiten der Farben, eben ſo wie die Intervalle, den Saitenlängen der Töne proportional. Uebrigens fand er, daß Diſſonanzen in Farben ausgedrückt keine ähnliche unangenehme Empfindung, wie diſſonirende Töne, verurſachten. Trug er die Farben nach allen möglichen Accorden auf, ſo näherten ſie ſich dem reinen Weiß, nur bey Cdur, Fdur, Gdur, Cmol, Amol und Bmol fand ſich bey Vergleichung mit ſehr weißem Papiere, oder mit einem andern ſehr weißen Körper, eine ſchwache Abweichung.

Wenn Körper von allerley Farben durch gefärbte durchſichtige Gläſer allerley Art betrachtet werden, ſo müſſen ſie nach Newton's Theorie dem Auge nur von derjenigen Farbe erſcheinen, welche das Licht hat, das das Glas durchläßt, oder welche das Glas im gebrochenen Lichte zeigt. Gegen dieſen Satz wendete Herr Monge [k]) ein, daß gelbe und rothe Objekte durch Gläſer von gleichen Farben betrachtet weiß erſcheinen, woraus er ſchließen wollte, daß unſere Urtheile von Farben ſich nicht nach der Natur der Lichtſtrahlen allein richteten, ſondern ſie würden vielmehr durch Umſtände und gewiſſe Relationen modificirt, ſo wie etwa die Urtheile über Entfernungen und Größe der Dinge. Allein Herr le Gentil [l]) hat durch genau

k) Ueber einige Phänomene des Sehens; aus den Annales de chimie. T. III. 1789. p. 131. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. II. S. 131 u. f.

l) Ueber die Farben, welche roth und gelb gefärbte Gegenſtände zeigen, wenn man ſie durch roth und gelb gefärbte Gläſer betrachtet. Ebendaſ. B. VI. S. 165 f.

genau angeſtellte Verſuche gezeigt, daß ſich Herr Monge getäuſcht habe, indem die von Monge angegebenen Erſcheinungen in der Schwächung des Lichts ihren Grund hatten, welche von der Natur des Metallkalks, das zum Färben der Gläſer gebraucht werde, und von dem ins grünliche ſallenden Glaſe herrühren.

Wenn man erleuchtete Körper durchs Prisma betrachtet, ſo zeigen ſie an ihren Rändern, wo Helligkeit und Dunkelheit, Licht und Schatten, mehrere oder ſchwächere Erleuchtung an einander grenzen, farbige Säume. Die mannichfaltigen Abwechſelungen der Phänomene, welche hiebey ſtatt finden, hat der Herr von Goethe m) geſammlet und beſchrieben. Die vorzüglichſten derſelben, auf welche ſich alle übrige beziehen, ſind folgende:

1. Weiße, einfarbige und ſchwarze Flächen, wenn ſie durchaus gleichförmig ſind, zeigen durchs Prisma keine Farben; wohl aber zeigen ſie dieſe an *allen* Rändern.

2. Ein vertikal weißer Streif auf ſchwarzem Grunde erſcheint, wenn der brechende Winkel des Prisma nach unten gekehrt iſt, oben mit einem rothen und gelben, und unten mit einem hellblauen und violetten Saume; die beyden letztern ſtrahlen ins Schwarze hinein.

3. Wenn ein weißer Streifen nicht zu breit iſt, und horizontal liegt, oder mit der Axe parallel geht, ſo erblickt man gar kein Weiß mehr, ſondern von oben herab gerechnet einen rothen, gelben, blauen und

m) Beyträge zur Optik. Weimar 8. 1tes Stück 1791. 2tes Stück 1792.

und violetten Streifen; und iſt das Prisma weit genug entfernt, ſo iſt auch noch ein grüner Streifen in der Mitte zwiſchen dem gelben und hochblauen, oder der gelbe Streifen wird ganz zu einem grünen.

4. Wenn der brechende Winkel des Prisma nach unten gerichtet iſt, ſo zeigen ſich in einem ſchwarzen Streifen auf weißem Grunde jene Erſcheinungen umgekehrt. Liegt nämlich der ſchwarze Streifen vertikal, ſo hat er oben einen hellblauen und violetten, unten aber einen gelben und rothen Saum; die beyden leztern Farben ſtrahlen in das Weiße hinein.

5. Wenn dieſer ſchwarze Streifen horizontal oder mit der Axe des Prisma parallel liegt, ſo erſcheint er durchs Prisma betrachtet ganz bedeckt, nämlich von oben herab gerechnet mit einem hellblauen, violetten, rothen und gelben Streifen. Iſt er vom Prisma hinlänglich weit entfernt, ſo wird die hochrothe Farbe pfirſichblüthroth.

6. Wenn der brechende Winkel des Prisma nach oben gerichtet iſt, ſo zeigen ſich alle die von n. 1. bis 5. angeführten Erſcheinungen umgekehrt, ſo daß z. B. im erſten Falle der weiße Streifen auf ſchwarzem Grunde oben mit einem violetten und hellblauen, und unten mit einem gelben und rothen Saume umgeben iſt, u. ſ. w.

Alle dieſe Phänomene zeigt der Herr von Goethe an beſondern Karten, wo Weiß und Schwarz auf mannichfaltige Art mit einander abwechſeln. Die Verbreitungen der Ränder eines Streifens über dem angrenzenden ſchwarzen oder weißen Grunde nennt er Strahlungen. Aus allen ſeinen angeſtellten Verſuchen zieht er die Folge, daß Blau ein wenig ins Wei=

Weiße, Roth ein wenig ins Schwarze, Violet viel ins Schwarze, Gelb viel ins Weiße hineinſtrahle. Im zweyten Stücke ſeiner Beyträge zur Optik beſchreibt er auch die Verſuche mit grünen und farbigen Flächen auf weißem und ſchwarzem Grunde, welche beſonders durch eine große colorirte Tafel vorgeſtellt werden. Wenn die farbige Fläche mit dem farbigen Rande durchs Prisma betrachtet homogen iſt, ſo zeigt ſich die Fläche vergrößert, im entgegengeſetzten Falle aber verkleinert und unrein. Eine Quadratfläche roth gefärbt, welche halb auf einem ſchwarzen und halb auf einem weißen Grunde liegt, erſcheint durchs Prisma betrachtet an dem Theile des obern Randes, welcher auf dem weißen Grunde ſich befindet, merklich tiefer, als am andern Theile, welcher auf dem ſchwarzen Grunde liegt, obgleich beyde eine gerade Linie ausmachen.

Herr von Goethe iſt geneigt zu glauben, daß Newton's Farbentheorie zur Erklärung dieſer Phänomene nicht ausreiche, weil man hier durchs Prisma ſowohl ſchwarz als weiß, ſowohl Dunkel als Licht in Farben aufgelößt ſehe. Allein Gren hat in einem Aufſatze umſtändlich gezeigt, daß ſie allerdings aus der Newton'ſchen Theorie des Lichts und der Farben leicht hergeleitet werden können [n]). Man muß hiebey die farbigen Ränder nicht aus dem Dunkeln, ſondern aus dem Hellen herleiten.

Sonſt

n) Einige Bemerkungen über Herrn von Goethe's Beyträge zur Optik; in Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 3 ff.

Sonſt beweiſen dieſe Erfahrungen über die farbigen Ränder, mit denen die Körper umgeben erſcheinen, wenn man ſie durchs Prisma betrachtet, daß nicht nur das Licht leuchtender Körper, ſondern auch das, durch welches uns die erleuchteten ſichtbar ſind, aus verſchiedenen Arten des homogenen Lichts zuſammengeſetzt ſey, und daß auch diejenigen Körper, die dem bloßen Auge von einer beſtimmten Farbe erſcheinen, doch noch außer dem Lichte von dieſer beſtimmten Farbe mehr oder weniger weißes Licht zugleich ausſtrömen.

Auch haben die Chemiker bey Auflöſungen und Miſchungen verſchiedener Körper unter einander eine unzählige Menge Farbenveränderungen hervorgebracht:

Die klare und ungefärbte Auflöſung des Eiſenvitriols im Waſſer wird durch wenig Galläpfeltinktur violet, durch mehrere ſchwarz. Die Farbe verſchwindet durch zugeſetzte Säure.

Eben dieſe Auflöſung wird durch Blutlauge ſogleich ſchön blau.

Die Auflöſung des Kupfervitriols im Waſſer wird durch Ammoniak ſogleich ſchön blau, durch feuerbeſtändiges grün.

Blaue Lakmustinktur wird durch Säure ſogleich rubinroth; durch Laugenſalze wieder blau. Veilchenſyrup durch die erſte carmoiſin, durch die letzte grün.

Rothe Alkamiatinktur wird durch Alkalien blau.

Die klare und ungefärbte Auflöſung der Goldſolution im Waſſer wird durch ungefärbte Zinnſolution ſchön purpur.

Die ungefärbte Auflöſung des ätzenden Queckſilberſublimats wird durch Kalkwaſſer orangefarben.

Rau-

Rauchender Salpetergeiſt von einer dunkelgelben Farbe wird durch Waſſ:r erſt grün, dann blau, dann ungefärbt.

Rothe Fernambuktinktur wird durch Laugenſalze ſogleich violet, durch Säure hochroth.

Gelbe Curcumatinktur wird durch Laugenſalze ſogleich braun, u. ſ. f.

Herr Gren ſucht den Grund dieſer Farbenveränderung darin, daß mit der Veränderung der Miſchung eines Körpers auch die Anziehung ſeiner Theilchen gegen gewiſſe Gattungen des Lichts geändert wird.

Ueberdieß hat man auch in dieſem Zeitraume mehrere Beobachtungen gemacht, welche beweiſen ſollen, daß das Sonnenlicht ſowohl, als auch jedes andere Licht, auf die Veränderung der Farben gewiſſer Subſtanzen einen beſondern Einfluß habe. So ändert das ſo genannte Hornſilber (ſalzigtſaure Silber), welches von Farbe weiß iſt, dieſelbe am Sonnenlichte in ſchwarz um. Dieſe Erſcheinung unterſuchte Herr Scheele[o]) zuerſt mit vieler Aufmerkſamkeit. Er fand, daß es im Finſtern, oder vor dem Zutritte des Lichts verwahrt, ſeine weiße Farbe behält, ja nach Vaſalli's Beobachtungen[p]) ſogar ſelbſt nach ſehr anhaltender Erwärmung auf einem Ofen, oder auf einem erwärmten Eiſen. Selbſt das Lampenlicht wirkt auf daſſelbe eben ſo wie das Sonnenlicht, und auch das Mondenlicht ſoll die Farbe deſſelben ins Graue umändern.

Herr

o) Abhandl. über Luft und Feuer. §. 63. deſſen ſämmtl. phyſ. und chemiſche Werke B. I. S. 133 u. f.

p) von Crell's chemiſche Annalen. 1795. B. II. S. 92. u. f.

Herr Scheele prüfte auch den Einfluß der einzelnen Lichtſtrahlen auf dieſen Körper, und fand, daß das violette Licht die weiße Farbe weit ſchneller in ſchwarz, als die übrigen Lichtſtrahlen, umändere. Herrn Sennebier's Beobachtungen beſtätigten dieß.

Nach Vaſalli ſoll dieſe Erſcheinung mit einer Gewichtsverminderung verbunden ſeyn.

Es iſt bereits oben erzählt worden, daß man aus dieſer Beobachtung auf einen eigenen materiellen Stoff des Lichts geſchloſſen hat, wogegen aber Herr Scherer mehrere Einwendungen gemacht hat.

Ueber den Einfluß des Sonnenlichts auf die Farben der Körper findet man beym Sennebier q) die hieher gehörigen Erfahrungen am vollſtändigſten.

Beobachtungen und Entdeckungen, welche die Zurückwerfung des Lichts angehen.

Nach den Herren Bouger und Lambert hat beſonders Herr Brougham r) über die Zurückwerfung des Lichts verſchiedene Bemerkungen gemacht, um die Natur deſſelben deutlicher darzuſtellen. Es war ihm nämlich immer wunderbar, daß die in ihren Einrichtungen ſo einfache und gleichförmige Natur nicht bey der Beugung und Zurückwerfung der Lichtſtrahlen eine eben ſolche Verſchiedenheit in der Anordnung der einzelnen Lichttheile, wie bey der verſchiedenen Brechbarkeit derſelben, ſollte getroffen haben. Zu dem

q) Phyſiſch chemiſche Abhandlung über den Einfluß des Sonnenlichts. Th. II. u. III.

r) Philoſ. Tranſact. 1796. P. I. p. 227. und in Voigt's Magazin. B. I. St. 2. S. 1. 1798.

dem Ende hat er eine Reihe von Verſuchen unternommen, um das Daſeyn ſolcher beſondern Eigenſchaften außer Zweifel zu ſetzen.

Herr Brougham geht von dem Newton'ſchen Satze aus, daß das Licht von den Körpern mittelſt einer repulſiven Kraft derſelben, die ſich bis auf eine, genau beſtimmte, Entfernung von ihrer Oberfläche erſtrecke, zurückgeworfen werde. Da nun dieſe Kraft unter andern Umſtänden eine beſondere Wirkung bey den verſchiedenen Theilen des Lichts in Rückſicht ihrer Refraction, Inflexion und Deflexion äußert, ſo läßt ſich ſchon a priori vermuthen, daß ſie ſich auch bey der Inflexion verſchieden zeigen werde, worüber auch Brougham eigene Verſuche angeſtellt hat.

1. In das dunkele Zimmer fiel ein Strahlenbüſchel durch eine Oeffnung von $\frac{1}{40}$ Zoll. In der Entfernung von $\frac{1}{2}$ Zoll von der Oeffnung ſteckte Brougham einen Stift von $\frac{1}{30}$ Zoll im Durchmeſſer in die Lichtſtrahlen, gegen welche er unter einem Winkel von etwa 45° geneigt war. Sein Schatten fiel auf ein mit ihm paralleles Papier, welches 2 Fuß davon entfernt war. Dieſer Schatten wurde auf jeder Seite von den zwey Franzen umgeben, die Grimaldi entdeckt hat. Außer dieſen zeigten ſich auch noch zwey Streifen von weißem Lichte, welche vom Schatten divergirend ausgingen, mit blendenden Farben gemiſcht, und ſowohl ober- als unterwärts ſehr ungleichförmig zerſtreuet waren. Bey einem gut polirten und näher an die Oeffnung geſtellten Stifte wurden die Farben in den Streifen lebhafter, die Streifen ſelbſt ſchmäler und ſie breiteten ſich von der einen Seite nach der andern aus, und bis auf wenige Punkte hier und da war kein weißes Licht mehr in ihnen zu ſehen. Bewegte

Bayerische
Staatsbibliothek
München

man den Stift, ſo bewegten ſich auch die Farben. Dieſe verſchwanden aber, wenn man den Stift ſeiner Politur beraubte, indem man ihn in eine Lichtflamme hielt, oder wenn man ſtatt des Stifts ein Papierröllchen nahm. Auch wurden ſie viel lebhafter im direkten als im reflektirten Lichte; auch lebhafter am Sonnenlichte, das in dem Brennpunkte einer Linſe vereinigt war, als von unreflektirten Strahlen.

2. Wenn Brougham die im vorigen Verſuche erhaltenen Farbenbüſchel mit möglichſter Aufmerkſamkeit betrachtete, ſo fand er, daß ſie zuweilen durch einen weißen Strich, zuweilen auch durch eine Schattenlinie in mehrere Abtheilungen von einander getrennt waren, und daß dieſe mannichmal an einander grenzten, mannichmal aber auch ein wenig in einander eingriffen. Es waren dieſes Bilder; denn ſie änderten ſich mit dem leuchtenden Körper, von deſſen Strahlen ſie waren gebildet worden, und mit der Größe des Strahlenbüſchels, in welchen der Büſchel gehalten wurde. Wenn Brougham den Stift etwas ſeitwärts zwiſchen ſeinem Auge und einer Lichtflamme hielt, und die Lichtfarben auf ſeine Netzhaut fallen ließ, ſo ſah er deutlich, daß ſie ſich nach der Lichtflamme in Geſtalt und Größe bildeten, auch ſich eben ſo bewegten, wie die Lichtflamme, wenn man in dieſelbe bließ. Uebrigens hatten die Sonnenbilder parallele und nett beſtimmte Seitengrenzen, bloß an den Enden floſſen ſie etwas in einander und waren halbkreisförmig, wie die prismatiſchen Farbenbilder. Auch waren ſie eben ſo wie dieſe länglicht, und bey einigen übertraf die Länge ihre Breite 6 bis 8 mal. Die Breite war nach einer Meſſung gerade ſo groß, als die von einem mit dem Papier in gleicher Entfernung von dem Stift aufge-

Bayerische Staatsbibliothek München

aufgefangenen Sonnenbilde. Auch war die Länge mit der Breite in einerley Verhältniß, bey jedem Abſtande, nicht aber bey jeder Lage des Stifts; denn wenn dieſer um ſeine Axe gedreht wurde, ſo bewegten ſich die Bilder auf der einen Seite gegen den Schatten hin und auf der andern von demſelben weg. Sie wurden immer länger, indem die Breite unverändert blieb, je näher ſie dem Schatten auf der andern Seite kamen; länger hingegen in eben dem Verhältniſſe, wenn das Gegentheil ſtatt fand.

3. Brougham ließ ein lebhaftes Farbenbild durch ein Loch fallen, welches er mit beweglichen Seiten in einer Art von Pultdeckel, der mit Charnieren verſehen war, angebracht hatte. Das Bild fiel auf eine Unterlage. Hier konnte er nun durch ſanfte Bewegungen alles aufs genaueſte unterſuchen, und erzählte auch ganz deutlich die ſieben prismatiſchen Farben, wo die rothe vom Schatten des Stifts und vom Stifte ſelbſt am weiteſten entfernt war. Durch die Bewegung des Lochs im Deckel wurden andere Bilder auf die Unterlage gelaſſen, deren Farben aber nicht ganz auf die vorige Art geordnet waren. Denn wenn der Stift um ſeine Axe gedreht wurde, ſo zeigte ſich nicht bloß in Rückſicht des Stifts, ſondern auch in Rückſicht der angrenzenden Bilder eine verkehrte Ordnung. Die Urſache davon ſchreibt Brougham einer Irregularität in der Oberfläche des Stifts zu; denn Stifte von fehlerfreyen, mit Queckſilber gefüllten Glasröhren behielten die Ordnung ihrer Farben während ihrer Umdrehung. Eine andere Irregularität zeigte ſich aber auch beym Gebrauch der Glasröhre; denn wenn ſonſt zwey an einander grenzende Bilder mit einander gemiſcht wurden, ſo zeigte ſich bey zwey

oder drey Folgen an jedem auswendig eine trübe Farbe, zwiſchen roth und violet, und inwendig grün; hier war aber außer dem Fall der Succeſſion, auswendig allemal roth, und das innerſte Bild hatte allemal violet an ſeiner innern Grenze.

Bey einem vierten Verſuche zeigten ſich ungefähr dieſelben Erſcheinungen. Bey einem fünften ließ Brougham die Strahlen durch ein Loch im Laden durch ein Prisma gehen, wo ſie in violet, grün und roth geſondert wurden. Er ſammelte ſie durch ein Linſenglas im Brennpunkte, und ließ ſie von da in ein anderes Prisma gehn, wo ſie einen weißen Bündel bildeten. Ein Theil deſſelben wurde von einem Schirm aufgefangen, wovon wieder ein Theil durch ein Loch ging, und einige hievon auf Papier kamen, die übrigen von einem Körper reflektirt wurden. Wenn nun ein undurchſichtiger Körper in den rothen Strahl gehalten wurde, ſo verſchwand das rothe Bild auf dem Schirm, und eben daſſelbe geſchah auch bey den übrigen Strahlen.

Bey einem ſechſten Verſuche verſchaffte ſich Brougham eine Reihe heller Farbenbilder, und ließ ſie durch den im dritten Verſuche beſchriebenen Pultdeckel fallen. Er fing ſie dann mit einer kleinen, ½ Zoll breiten Linſe auf, um ſie in einen Brennpunkt zu vereinigen, der auf ein Papier fiel, und jedesmal erhielt er ein weißes, ins Gelbe fallende Licht, gerade ſo, wie das von direkten Sonnenſtrahlen. Wenn er aber einen Strahl verſetzte, ſo daß derſelbe nicht auf die Linſe fiel, ſo beſtand der Brennpunkt aus einer Mixtur der übrigen Strahlen; und wenn er das Papier ein wenig weiter herum drehte, ſo zeigten ſich in dem auf ihm erzeugten Bilde die Farben in verkehrter Ordnung.

nung. Ein Reflektor, der in den Brennpunkt gehalten wurde, brachte Bilder von allen ſieben Farben, wie das direkte Sonnenlicht im erſten Verſuche, hervor. Noch beſtimmter fiel dieſer Verſuch aus, wenn ſtatt der Linſe vier metallene Hohlſpiegel gebraucht wurden.

Der ſiebente und achte Verſuch wurde ſo angeſtellt, daß die Strahlen, ſtatt auf ein Papier, ins Auge fielen. Eine gläſerne Röhre von $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer und $\frac{1}{3}$ Zoll in der Glasdicke wurde mit Waſſer gefüllt und 4 Fuß weit von einer Lichtflamme geſtellt. Nun hielt Brougham ſein Auge in der Nähe von $\frac{1}{4}$ Zoll an die Röhre und zog die Augenlieder ſo weit zuſammen, daß bloß das von der Röhre gebrochene Farbenlicht ins Auge kommen konnte. Er erblickte verſchiedene ſehr lebhaft gefärbte Bilder von der Flamme, und die Farben waren auswendig an der Flamme roth, und inwendig violet. Er goß hernach etwas verdünnte Schwefelſäure in die Glasröhre und warf einige Stückchen Kreide hinein, daß etwas Kohlengas aufbrauſte, und in dieſem Zuſtande erblickte er die Farben etwas mehr, als vorher, ausgebreitet.

Aus dieſen Verſuchen zieht nun Brougham folgende Schlüſſe: der erſte Verſuch zeigt, daß alle Arten von Licht, es ſey gerade, zurückgeworfen oder gebrochen, Farben hervorbringe, wenn es von einer krummen Fläche zurückgeworfen wird. Der zweyte, daß die Farben diſtinkte Bilder des leuchtenden Körpers ſind, die zwar etwas in die Länge, aber nicht eben ſo ſtark in die Breite ausgedehnt ſind, und daß bey der Veränderung des Einfallswinkels auch die Ausdehnung der Bilder geändert wird. Der dritte, daß jedes vollſtändige Bild aus den ſieben Regenbogenfarben beſteht, wo die rothe auswendig und die violette

inwendig iſt. Der vierte, daß dieſe Bilder nicht durch eine zufällige, oder neue Modiſikation der Lichtſtrahlen, ſondern durch eine mittelſt der Reflexion bewirkte Zerſetzung des weißen Lichts entſtanden ſind; daß die Mittelſtrahlen, oder diejenigen, welche an die grünen und blauen grenzen, unter einem dem Einfallswinkel gleichen, z. B. von 10° 48′, die rothen hingegen unter einem kleinern von 50° 21′, und die violetten unter einem größern von 51° 15′ zurückgeworfen werden. Der fünfte und ſechſte, daß durch die Reflexion eine Zerſetzuug und Abſonderung der Strahlen bewirkt werde. Der ſiebente ſoll zeigen, daß die Farben, in welche das weiße Licht durch die Reflexion zerlegt worden iſt, homogen und unveränderlich ſind; daß ſie ſich ſowohl in Rückſicht ihrer Beugung als Brechung unterſcheiden; daß ſie eben den Antheil an der Erzeugung der Bilder bey der Reflexion, der Franzen bey der Inflexion, und der Farben bey den dünnen Blättchen, wie die durchs Prisma getrennten Strahlen, haben. Aus dem achten Verſuche ſoll erhellen, daß die Strahlen, wenn ſie eben ſo, wie bey der Refraktion, unter ſolche Umſtände geſetzt ſind, daß ſie aus einem dünnern Mittel in ein dichteres, oder umgekehrt, fahren, die Erſcheinungen von der Reflexion den von der Refraktion gerade entgegengeſetzt ſind.

Da nun bey einem gewiſſen Einfallswinkel der Sinus eines jeden abprallenden Strahls ein beſtimmtes Verhältniß zum Sinus des einfallenden hat, ſo bemühte ſich Brougham in einem neunten Verſuche, die Verhältniſſe für jeden farbigen Strahl zu beſtimmen. Er verglich deßhalb durch genaue Meſſungen die Abtheilungen, welche die einzelnen Bilderchen einnahmen, und fand, daß die Unterſchiede zwiſchen

den

den Reflexionsſinuſſen der verſchiedenen Strahlen in einer harmoniſchen Ordnung waren: denn die Abtheilungen waren beynahe um $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{18}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{15}$, $\frac{3}{80}$, $\frac{1}{16}$, welche, wenn man ſie auf die Tonleiter anwendet, gaben: 1, $\frac{15}{16}$, $\frac{9}{10}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{11}{18}$, $\frac{1}{2}$; das Refraktionsbild hat eben die Abtheilungen, nur in umgekehrter Ordnung.

Brougham ſucht den phyſiſchen Grund aller dieſer Erſcheinungen theils in einer beſtimmten Anziehungskraft der Körper gegen die Theile des Lichts, und theils in der verſchiedenen Größe der einzelnen Lichttheilchen ſelbſt.

Da Brougham gegen Newton behauptet hatte, daß alle Lichtſtrahlen bey gleichem Einfallswinkel auch eine gleiche Fähigkeit beſitzen, zurück geworfen zu werden, und ferner, daß der Unterſchied der Einfallswinkel dem der Abprallungswinkel für alle zurückgeworfene Strahlen nicht gleich, und nur für die Strahlen zwiſchen blau und grün gleich ſey; ſo unternahm es Herr Prevoſt *), dieſe beyden widerſprechenden Meinungen einer genauern Prüfung zu unterwerfen.

Zuerſt kam es alſo auf die Frage an: findet zwiſchen den farbigen Strahlen eine verſchiedene Reflexibilität nach Newton's Sinne Statt? Nach Prevoſt's Unterſuchung dieſer Frage ſcheint es, daß man noch immer mit Newton berechtigt ſey, zu behaupten, daß die brechloſeſten Strahlen auch am meiſten reflexibel ſind, dieſen Ausdruck nach ſeinem Sprachgebrauche genommen.

Die

*) Journal de phyſique. Tom. VI. p. 284. ſqq.

Die andere Frage, welche hierbey unterſucht werden mußte, iſt dieſe: findet zwiſchen den farbigen Strahlen eine verſchiedene Reflexibilität nach Brougham's Sinne Statt? Der Fundamentalverſuch für Brougham's Behauptung, daß die Auffallswinkel der rothen Strahlen kleiner, der violetten größer, als der Einfallswinkel, und das farbige Licht in ſo fern von verſchiedener Reflexibilität ſey, iſt folgender: ein weißer Lichtſtrahl auf den Umfang eines ſehr dünnen und polirten Cylinders fallen gelaſſen, gab zurückgeworfen ein Farbenbild; und da in dieſem alles gemeſſen und den Umſtänden gemäß berechnet wurde, ſchien es, als wurden die bläulichen und grünlichen Strahlen allein unter einem ihrem Einfallswinkel gleichen Auffallswinkel zurückgeworfen; die rothen hingegen unter einem kleinern, und die violetten unter einem größern Abprallungswinkel reflektirt.

Da die Kraft, ſagt Herr Prevoſt, worauf die Zurückwerfung der Lichtſtrahlen beruht, ſie ſey welche ſie wolle, nach Perpendikeln auf der zurückgeworfenen Fläche wirkt, und in der ganzen Sphäre jeder Wirkſamkeit bey gleichen Entfernungen des Lichts gleich ſtark iſt: ſo muß für eine zurückwerfende Ebene das katoptriſche Grundgeſetz, welches bis jetzt alle Optiker angenommen haben, in aller Strenge Statt finden, wie auch die Intenſität der repulſiven Kraft und die Geſchwindigkeit und Neigung des einfallenden Strahls beſchaffen ſeyn mögen; vorausgeſetzt, daß der Strahl mit der Ebene nicht parallel läuft, ſondern wirklich gegen ſie geneigt iſt. Dann kann aber weißes Licht, das ganz zurückgeworfen wird, dabey nicht in farbige Strahlen zerſetzt werden, welches mit Brougham's Verſuchen vollkommen übereinſtimmt, welchem

die

die Zerſetzung mittelſt Ebenen oder krummen Flächen, die nicht einen außerordentlich geringen, ſo zu ſagen verſchwindenden Halbmeſſer hatten, auf keine Art glückte.

Es ſey (fig. 3.) hhh ein ſehr dünner polirter Cylinder; brok die Sphäre der Wirkſamkeit deſſelben auf das Licht, und ab ein weißer Strahl, welcher auf ſie im Punkte b fällt. Man nehme hierbey an, was Brougham thut, das farbige Licht werde in verſchiedener Stärke zurückgeworfen, und zwar das rothe ſtärker, als das violette, ſo daß der violette Strahl tiefer in die repulſive Sphäre eindringt. Nun aber folgt aus dem Newton'ſchen Geſetze für die Zurückwerfung, daß die Bahn des gleichartigen Lichts in dieſer Sphäre eine krumme Linie mit zwey ſich deckenden Aeſten ſeyn muß, deren Axe durch den Mittelpunkt c der Sphäre oder des Querſchnitts des Cylinders geht; und iſt dieß der Fall, ſo muß der Winkel, unter welchem der Strahl aus dieſer Wirkungsſphäre austritt, dem Eintrittswinkel deſſelben in ihr gleich ſeyn. Iſt daher bor der Weg des rothen, pqr der Weg des violetten Strahls durch die repulſive Sphäre, ſo ſind die drey Winkel fol, erg, abd gleich. Dem Beobachter erſcheint aber der Kreis bro nur als ein Punkt; überſieht er deßhalb die Sphäre der Wirkſamkeit, und beobachtet bloß den Winkel, den die ausfahrenden rothen Strahlen rg und die violetten vl mit dem einfallenden weißen Strahle ab machen: ſo wird er verführt werden, zu glauben, daß für denſelben Einfallswinkel die Abprallungswinkel der farbigen Strahlen möglich ſind, wie dieß der Fall mit Brougham war, und dabey iſt es am natürlichſten, anzunehmen, daß für die mittleren, d. h.

für die grünlichen oder bläulichen Strahlen, der Abprallungswinkel dem Einfallswinkel gleich ſey; eine Behauptung Brougham's, welche keinesweges Erfahrung, ſondern bloße Muthmaßung iſt.

Da alſo, wenn man mit Brougham annimmt, daß der rothe Strahl ſtärker als der violette zurückgeſtoßen werde, der Fundamentalverſuch deſſelben aus dem bekannten Reflexionsgeſetze für ebene Oberflächen ſich hinreichend erklären läßt: ſo iſt es, nach Herrn Prevoſt, nicht nöthig, von dieſem Geſetze abzugehen. Und er ſchließt hieraus, daß die farbigen Strahlen nicht ungleich reflexibel, in Brougham's Sinne, ſind, und daß Newton's Reflexionsgeſetz das wahre Geſetz der Natur ſey.

Aus dieſem allen folgt, daß die violetten Strahlen eher, die rothen dagegen ſtärker zurückgeworfen werden. Beydes würde, ſagt Prevoſt, vielleicht nicht unvereinbar ſeyn, ſelbſt wenn es unter denſelben Umſtänden Statt fände; denn es ließe ſich z. B. denken, daß die Sphäre der Wirkſamkeit ſich für die violetten Strahlen etwas weiter als für die rothen erſtreckte, für dieſe aber von größerer Intenſität wäre. Allein es ſey weſentlich, hierbey zu bemerken, daß beyde Wirkungen unter ſehr verſchiedenen, ja ſelbſt unter entgegengeſetzten Umſtänden Statt fänden. Und dieſes deute auf eine wichtige Ausnahme von Newton's Behauptung über die ungleiche Reflexibilität des farbigen Lichts.

Bey den Verſuchen, auf welche Newton dieſe Behauptung gründe, gehe die Zurückwerfung im dichtern Mittel (im Prisma) vor, werde folglich mittelſt einer Anziehung bewirkt. Bey Brougham's Fundamen-

damentalverſuch geſchehe dagegen die Zurückwerfung im dünnern Mittel, und werde daher durch Zurückwerfung verurſacht. Man ſehe daher eines Theils, daß die brechbaren Strahlen, d. h. diejenigen, welche das dichtere Mittel beym Durchgehen durch daſſelbe am ſtärkſten anziehen, auch im Falle des Zurückprallens am ſtärkſten von dieſem Mittel angezogen würden; andern Theils, daß die am wenigſten brechbaren, d. h. diejenigen, welche das dichtere Mittel beym Durchgehen am wenigſten anzieht, im Falle des Zurückprallens am ſtärkſten abſtoßen, d. h. am wenigſten angezogen würden; und daß dieſes eine Ausnahme von Newton's Geſetze der ungleichen Reflexibilität zu ſeyn ſcheine, welches ſich bloß auf Verſuche gründet, wo die Zurückwerfung im dichtern Mittel geſchahe. Ueber den zweyten Fall, nämlich die Zurückwerfung im dünnern Mittel, haben weder Newton noch ein Phyſiker bis auf Brougham Verſuche angeſtellt. Und die Verſuche dieſes Naturforſchers ſchienen ihm auf ein entgegengeſetztes Geſetz der Reflexibilität für dieſen Fall zu leiten.

Indeſſen verſichert Brougham, daß, als er einen weißen Lichtſtrahl auf die Oberfläche einer Metallſaite unter einem Winkel von 77° 20′ habe einfallen laſſen, er gefunden habe, daß die rothen Strahlen unter einem Winkel von 75° 50′, die violetten unter einem Winkel von 78° 51′ zurückgeworfen wurden, ſo daß die Sinus des Einfalls- und dieſer beyden Zurückwerfungswinkel im Verhältniſſe von $77\frac{1}{2}$: 77:78 ſtanden.

Nach der Behauptung des Herrn Prevoſt iſt die Divergenz der rothen und der violetten zurückgeworfenen Strahlen entweder der Krümmung der zurück-

rückwerfenden Sphäre, oder der verſchiedenen Reflexibilität der farbigen Lichtſtrahlen, in Brougham's Sinne, zuzuſchreiben. Im erſten Falle finde ſie bey keinem ebenen Spiegel Statt, wohl aber im letztern. Denn würfen ebene Spiegel die farbigen Strahlen divergent zurück, ſo würden, wenn man ſich von ihnen entfernte, die Gegenſtände darin nicht unter ihren natürlichen Farben, ſondern wie durch ein Prisma mit ſeinen farbigen Rändern erſcheinen. Auch geſtehe Brougham ſelbſt, daß es ihm nicht gelungen ſey, die farbigen Strahlen mittelſt ebener Spiegelflächen von einander zu trennen. In einer andern Abhandlung hingegen drucke er ſich indeß ſo aus, als habe er endlich die Farbenzerſtreuung bewirkt, ohne doch die Art, wie er ſich dabey benommen, oder Verſuche darüber anzuführen. Dieß beſtimmte den Herrn Prevoſt, auf Mittel zu denken, die Wirkung einer ungleichen Reflexibilität des farbigen Lichts nach Willkühr vergrößern, und viel anſchaulicher machen zu können, als durch bloßes Entfernen vom Spiegel. Fiel der einfallende Strahl unter einem Winkel von 77° auf, und betrug der Unterſchied der Sinus der Abprallungswinkel $\frac{1}{78}$ des größern; ſo müßten ſchon nach dreymaliger Reflexion die äußerſten farbigen Strahlen um mehr als $\frac{1}{13}$, oder faſt um $\frac{1}{12}$ dieſes größern Sinus von einander entfernt ſeyn.

Alle ſeine Verſuche, welche er mit gläſernen und metallenen Spiegeln anſtellte, zeigten nicht den geringſten farbigen Rand, daher ſchließt er, daß in Brougham's Verſuchen die ungleiche Reflexion der homogenen farbigen Strahlen keineswegs einer vorgeblich verſchiedenen Reflexibilität derſelben, ſondern bloß der Krümmung der zurückwerfenden Fläche zuzuſchreiben ſey.

Beu-

Beugung des Lichts.

Ueber die Beugung des Lichts hat ebenfalls Brougham verſchiedene Verſuche angeſtellt, und daraus verſchiedene Bemerkungen hergeleitet. Um nicht mißverſtanden zu werden, ſetzt er zuförderſt folgende Begriffe feſt: 1. wenn ein Lichtſtrahl in einer gewiſſen Entfernung vor einem Körper vorbey fährt, ſo wird er einwärts gebogen; dieß nennt man Inflexion; 2. Wenn er in einer größern Entfernung vorbey fährt, ſo wird er abwärts gelenkt; dieß möchte man Deflexion nennen; 3. Der Inflexionswinkel iſt derjenige, welchen der inflektirte Strahl mit der Linie macht, welche man mit dem Rande des inflektirenden Körpers parallel gezogen hat, und der Deflexionswinkel iſt derjenige, welchen der Strahl von der Inflexion an dem Punkte macht, wo er an die Parallele trift. Eben dieſe Bewandtniß hat es mit dem Deflexionswinkel. Weiter ſtellt Herr Brougham folgende Sätze auf: 1. Die Kraft, mit welcher die Strahlen inflektiren und deflektiren, wirkt in Linien, die auf ihrer Oberfläche ſenkrecht ſtehen; 2. die Sinuſſe der Inflexion und Deflexion ſtehen mit dem Einfallsſinus in einem beſtändigen Verhältniſſe, welches in der Folge beſtimmt wird. 3. Die Beugungskraft des Lichts verhält ſich zur fortſtoßenden Kraft deſſelben, wie der Sinus des Unterſchieds zwiſchen dem Ablenkungs- und Einfallswinkel zum Coſinus des Ablenkungs- d. i. des Inflexions- oder Deflexionswinkels. 4. Man kann machen, daß die Lichtſtrahlen in Schneckenlinien um einen Mittelpunkt gehn. 5. Wenn ſich die Beugungskraft verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung verhält, als welches am wahrſcheinlichſten iſt, ſo iſt die krumme Linie, welche vom Lichte beſchrieben wird, die reine glockenförmige Para-

Parabel, Newton's 69ſte Species. Verhält ſich aber die Kraft umgekehrt, wie die Entfernung ſelbſt, ſo muß eine koniſche Hyperbel quadrirt werden, und es läßt ſich bloß das Verhältniß zwiſchen Abſciſſen und Semiordinaten von der zu findenden krummen Linie in Differenzialen angeben. Wäre die Kraft im umgekehrten Verhältniſſe des Würfels der Entfernung, ſo iſt die krumme Linie ein Kreisbogen, und dann für die Deflexion eine koniſche Hyperbel. Wenn der inflektirende Körper eine Kugel, oder ein Cylinder, und die Kraft im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung von der Oberfläche iſt, ſo gehen die einwärts gebogenen Strahlen in einer Ellipſe, und die deflectirten in einer Hyperbel, deren Brennpunkt das Centrum des beugenden Körpers iſt. 6. Wenn ein Strahl auf eine Spiegelfläche fällt, ſo wird er vor ſeinem Einfall in eine krumme Linie gebogen.

Wenn ein convergirender Strahlenpinſel auf einen Körper fällt, ſo iſt der Schatten kleiner, als der Körper im Verhältniſſe des doppelten Inflexionsſinus. Das Gegentheil findet ſtatt, wenn ein divergirender Strahlenbüſchel auf den Körper fällt. Der Einfallswinkel oder Sinus iſt größer als der Inflexionsſinus oder Winkel, wenn die einfallenden Strahlen einen ſpitzigen Winkel mit dem Körper machen; machen ſie hingegen mit ihm einen ſtumpfen Winkel, oder auch einen rechten, ſo findet das Gegentheil ſtatt. Der Incidenzſinus iſt größer, als der Deflexionsſinus, wenn der einfallende Strahl einen ſtumpfen Winkel mit dem Körper macht; kleiner hingegen, wenn der Winkel ein ſpitziger oder ein rechter iſt. Wird eine Kugel oder ein Kreis in einen Strahlen-

bündel gehalten, ſo convergiren die Strahlen nach einem Vereinigungspunkt.

Bis hieher war immer angenommen, daß die Lichttheilchen alle auf einerley Art von dem beugenden Körper afficirt würden; daß aber dieß keinesweges der Fall ſey, hat Brougham durch Verſuche gezeigt. 1. Er ſetzte in den Laden eines dunkeln Zimmers ein Metallſcheibchen mit einer Oeffnung von $\frac{1}{20}$ Zoll im Durchmeſſer. Vor das Loch ſtellte er ein Prisma, deſſen brechender Winkel 45° betrug, und bedeckte es bis auf eine kleine Stelle an jeder Seite mit ſchwarzem Papier. Auf den unbedeckten völlig reinen Theil ließ er Sonnenlicht fallen, und fieng das Farbenbild mit einem 6 Fuß vom Laden ſtehenden Papiere auf. In die Strahlen hielt er, 2 Fuß vom Prisma in einer vertikalen und mit dem Papier parallelen Lage, einen ſchwarzen unpolirten Stift, deſſen Durchmeſſer über $\frac{1}{20}$ Zoll betrug. Der Schatten deſſelben zeigte ſich in dem farbigen Bilde auf dem Papiere, und hatte einen beträchtlichen Halbſchatten, beſonders im glänzendſten Roth deſſelben. Er war aber keinesweges in allen ſeinen Theilen von gleicher Stärke; im violetten Theile war er am weiteſten und deutlichſten, im rothen hingegen am ſchmalſten und undeutlichſten; in den Zwiſchenfarben von mittlerer Stärke und Deutlichkeit. Seine Grenzen waren nicht geradlinigt, ſondern convex gegen die Axe und näher an derſelben bey den weniger brechbaren Strahlen, ſo daß die Axe eine Art Aſymptote von den Grenzlinien vorſtellt. Dieſes kann nicht etwa von einer Unregelmäßigkeit in dem Stifte herrühren, ſondern es zeigte ſich eben ſo in allen andern auf ähnliche Art gebrauchten Körpern.

2.

2. An die Stelle des Stifts ſetzte **Brougham** einen Schirm, in welchen eine Metallplatte mit einer Oeffnung von $\frac{1}{12}$ Zoll im Durchmeſſer eingeſetzt war. Ein Gehülfe mußte das Prisma langſam um die Achſe drehen, und **Brougham** beobachtete das runde Bild, welches die verſchiedenfarbigen Strahlen auf dem Papiere machten, indem ſie durch die kleine Oeffnung fuhren. Das von den roth gebildeten war am größten; das von den violetten am kleinſten, und die von den Zwiſchenfarben waren von mittlerer Größe. Auch waren, wenn **Brougham** an die Rückſeite der Oeffnung eine ſcharfe Meſſerklinge hielt, ſo daß die von Grimaldi und Newton beobachteten Franzen erſchienen, dieſe Franzen im rothen Lichte am breiteſten und mehr einwärts gegen den Schatten gekehrt, auch mehr ausgebreitet, wenn das Meſſer über der Oeffnung bewegt wurde. Das Loch ſelbſt zeigte ſich auf dem Papiere mehr erweitert, wenn es während der Bewegung von den rothen Strahlen erleuchtet wurde, als es von den violetten geſchah. Nun iſt nach dem erſten Verſuche der Incidenzwinkel von den rothen und allen übrigen Strahlen von gleicher Größe, und doch waren die Inflexionswinkel ungleich, am größten nämlich bey den rothen, am kleinſten bey den violetten; auch wenn wirklich der Unterſchied zwiſchen ein Paar neben einander liegenden größer war, als es im Anfange des Verſuchs den Anſchein hatte. Endlich war nach dem zweyten Verſuche der Winkel beym Einfall der rothen Strahlen faſt den beyden violetten gleich, als das Prisma und deſſen Farben in Bewegung waren, gleichwohl wurden die violetten Strahlen am wenigſten und die rothen am meiſten inflectirt. Eben dieß war auch der Fall bey der andern Inflexion an der Meſ-

Meſſerſchneide. Hieraus folgert Brougham, daß die Sonnenſtrahlen eine verſchiedene Beugbarkeit haben, ſo daß die am wenigſten brechbaren die am meiſten beugbaren ſind.

3. Brougham ließ ein Farbenbild auf ein horizontales Blatt fallen und befeſtigte zwiſchen dieſem Blatte und dem Prisma auf dem Tiſche zwey Meſſerklingen, mit gerader Schneide und in einem Winkel von einander, 3 Zoll weit vom Blatte. Bey der Bewegung dieſer Klingen zeigte ſich allemal, daß beym rothen Lichte die Franzen breiter und weiter von einander und vom Lichte entfernt waren, als beym violetten oder irgend einem andern. Ueberhaupt ergab ſich aus dieſem Verſuche, daß die Franzen von der durch die eine Meſſerſchneide verurſachten Inflexion gebildet und von der Deflexion der andern in ihren Schatten geworfen und zerſtreuet wurden, und dieß am meiſten beym violetten Lichte. Aus einer vierten Beobachtung ergab ſich, daß die Franzen von einer Farbe in die der nächſten deflektirt wurden, am meiſten beym rothen, am wenigſten beym violetten Lichte, ſo daß die beugbarſten Strahlen ſich zugleich auch als die deflexibelſten zeigten.

Nun war Herrn Brougham daran gelegen, erſtlich das Verhältniß zu beſtimmen, in welchem, bey gleichen Incidenzwinkeln, der Inflexions- und Deflexionswinkel gegen einander ſtehen; und dann, welche Proportion in der Flexibilität der verſchiedenen Strahlen gegen einander ſtatt findet. Dieß ſetzt er indeſſen ſo lange aus, bis die Region der farbigen Strahlen erſt aufgeklärt iſt.

Brougham ſucht den phyſiſchen Grund dieſer Erſcheinungen theils in einer beſtimmten Anziehungs-

kraft der Körper gegen die Theile des Lichts, und theils in der verſchiedenen Größe der einzelnen Lichttheilchen ſelbſt.

Herr Klügel hatte einen Verſuch angegeben, bey welchem Beugung und Brechung zugleich, nach ſeiner Meynung, ſtatt finden. (Th. IV. S. 614) Allein Herr Hällſtröm [t]) zu Abo glaubte, daß die Beugung des Lichts dieſe Erſcheinung nicht erkläre. Er ſtellte daher einige dieſen Gegenſtand betreffende Verſuche an, um ihn mehr ins Licht zu ſetzen. Es ſchien ihm vor allen Dingen nothwendig, auf die Bedingungen zu ſehen, unter welchen dieſe Erſcheinung beobachtet wird, und auf die Umſtände, von welchen ſie vorzüglich abhängt. Zuerſt ließ er eine trockene Nadel das Waſſer berühren; da er aber die Erſcheinung nicht gewahr werden konnte, und nur die obere Nadel die untere ins Waſſer getauchte zu decken ſchien, ſo ſtellte er das beobachtende Auge in Einer Ebene mit den Nadeln; druckte das Bret, worauf die Nadeln befeſtigt waren, etwas nieder, ſo daß die Oberfläche des Waſſers um die Nadel etwas concav ward. Allein auch ſo wurde er die erwartete Verdoppelung nicht gewahr, er erblickte vielmehr gar kein Bild, ſo lange das beobachtende Auge ſo geſtellt war, daß eine gerade Linie von demſelben zur obern Nadel gezogen gegen die Ebene durch die Nadeln, unter einem Winkel kleiner als 10 oder 12 Grad, geneigt war. Er verwarf daher auch dieſe Stellung der Nadeln, als zu ſeinem Zwecke untauglich, druckte das Bret noch etwas tiefer nieder, ſo daß die obere Nadel ganz ins Waſſer getaucht war, und nur ihre obere

t) Diſſ. phyſ. continens explicationem phaenomeni optici, quo objecta aque ſubverſa duplicata conſpiciuntur. 1797.

obere Seite die Waſſerfläche berührte, ſah aber nichts, als die obere Nadel, welche die untere zu decken ſchien.

Da die Erſcheinung auf dieſe Art nicht erfolgte, zog er das Bret wieder in die Höhe, und zwar ſo, daß die obere Nadel mit dem Horizont parallel war. Dieſe naß gemachte Nadel hob nun das Waſſer in Geſtalt eines Rückens mit in die Höhe, indem die benachbarten Waſſertheilchen ſich an die untern Theile der Nadel anhiengen. Sobald dieſes Erheben anfieng, bemerkte er auch die lange erwartete Verdoppelung der untern ins Waſſer getauchten Nadel, und je höher er das Waſſer hob, um deſto mehr entfernten ſich dieſe beyden Bilder von einander. Dieſer Bilder waren entweder zwey, oder ſie lieſen gegen das Ende der obern Nadel in einem Stiel zuſammen, oder ſie waren auch hier mit einem Halbkreiſe verbunden, je nachdem man das Auge in der Ebene durch beyde Nadeln ſo ſtellte, daß eine gerade Linie, von dem Auge durch das Ende der oberſten Nadel gezogen, die untere Nadel in einem Punkte zwiſchen ihrem Ende und dem Brete traf, oder ganz außerhalb derſelben fiel, oder ſelbſt durch ihre Spitze lief.

Aus dieſen Verſuchen war es nun nicht ſchwer zu beurtheilen, ob die Lichtſtrahlen, welche von der untern ins Waſſer getauchten Nadel ins Auge kommen, wenn ſie bey der obern Nadel dicht vorbey gehen, ſo wie Klügel meine, gebogen werden, oder ob ſie nicht vielmehr beym Austritte aus dem Waſſer in die Luft ſo gebrochen werden, daß ſie ins Auge kommen, als giengen ſie von zwey verſchiedenen Objekten aus. Die vier Lagen, welche die obere Nadel gegen die Waſſerfläche nach und nach in den Verſu-

chen annahm, ſind ſo beſchaffen, daß die Beugung des Lichts, die immer dieſelbe bleibt, in allen dieſen Fällen beſtändig dieſelbe Wirkung hätte hervorbringen müſſen. Da nun die doppelten Bilder der Nadel nur einmal in einer einzigen Lage geſehen wurden, ſo erhelle daraus deutlich, daß die Beugung des Lichts allein die erwähnte Verdoppelung nicht hervorbringen konnte; vielmehr beweiſen die Verſuche deutlich, daß ſie aus der Eigenſchaft des Lichts folgt, welche bey veränderter Figur des Waſſers verſchiedene Bilder hervorbringt.

Ueberdieß ſucht auch Hällſtröm noch zu zeigen, daß dieſe Erſcheinung ganz allein von der Brechung des Lichts herrühre, und gar keine Beugung des Lichts dabey angenommen werden darf. Seine Erklärung iſt folgende: wenn zwey Nadeln ſo geſtellt werden, daß, wenn die eine unter Waſſer getaucht wird, die andere horizontale einen Theil der Waſſerfläche erhebt; ſo lege man durch die Nadeln eine ſenkrechte Ebene, deren Durchſchnitt mit der obern Nadel den Kreis (fig. 4.) ab, mit der untern den Kreis cd, und mit der erhabenen Waſſerfläche die krummen Linien be und af, die gegen die untere Nadel convex ſind, bildet. Es ſeyen nun d und c zwey Punkte des Kreiſes drc, die einander beynahe gegen über ſtehen, und auf entgegengeſetzten Seiten der Achſe oir ſo liegen, daß die Lichtſtrahlen, die aus ihnen ausgehen und gebrochen ins Auge o kommen, den Kreis drc berühren, und alſo die beyden äußerſten ſind, die von dieſem Kreiſe aus ins Auge kommen können.

Die Krümmung der Waſſerfläche be iſt hiernach ſo beſchaffen, daß einer von den aus d ausgehenden Strahlen, der nicht weit von e nach b zu

auf=

auffällt, auf die Curve be normal iſt, und deshalb beym Uebergange aus dem Waſſer in die Luft nicht von ſeinem geradlinichten Wege ab gebrochen wird, mithin auch in der Luft von der Linie rio divergiren muß. Nimmt man nun an, daß dieſer normal einfallende Strahl ſich um d drehe, daß der Punkt, wo er mit der krummen Linie be zuſammenſtößt, gegen b zu rucke; ſo wird dieſer Strahl immer ſtärker vom Einfallslothe abwärts gebrochen, ſtatt daß er anfangs von io divergirte, damit parallel und convergirend werden, und dabey der Punkt, wo er die Linie rio durchſchneidet, immer tiefer gegen i, und zwar um ſo ſchneller herabrucken, je mehr der Strahl und die Linie io convergiren. Kommt daher der Einfallswinkel dicht an b, ſo fällt auch der Vereinigungspunkt des gebrochenen Strahls mit der Achſe io dicht an i, da der Durchmeſſer der Nadel nur unbedeutend iſt, bis endlich der gebrochene Strahl ſelbſt mit der Nadel ab zuſammenfällt. Das Auge mag alſo in einer beliebigen Entfernung über die obere Nadel, gleich viel in welcher, wenn es nur die Nadeln deutlich ſehen kann, in der geraden Linie io ſtehen, ſo erhält es immer einen Lichtſtrahl, der aus d ausgeht, und in be gebrochen wird. Nun ſey h der Punkt der gekrümmten Waſſerfläche, von wo das Auge, das in o iſt, den aus d ausgehenden Lichtſtrahl gebrochen erhält; der Strahl dh, der in n aus Waſſer in Luft tritt, muß dann vom Einfallslothe mn ſo gebrochen werden, daß er in das Auge o einfällt. Unter den aus c ausfahrenden Strahlen muß nothwendig auch einer, cg, gegen dn ſo convergiren, daß er nach der Brechung in g die Axe im Punkte o ſchneidet, mithin ins Auge fällt. Daher bemerkt das Auge o das Objekt cd als ein Bild in

pq. Daſſelbe gilt von der andern Seite, wo das Auge das Bild von crd nicht in c, ſondern in uv ſehen muß.

Vergleichung der Stärke des Lichts.

Was die bisher angeführten Vorrichtungen betrifft, durch welche das Verhältniß der Lichtſtärke beſtimmt werden konnte, ſo war ihre Einrichtung noch nicht ſo beſchaffen, daß ſich daraus völlig genaue Reſultate erwarten ließen. Dieß gab dem Herrn Benjamin Thompſon Grafen von Rumford Veranlaſſung, eine genauere Einrichtung anzugeben, welche er mit dem eigentlichen Nahmen eines Photometers belegt [u]). In einem hölzernen Gehäuſe (fig. 5.) abcd, das $7\frac{1}{2}$ Zoll breit, $10\frac{1}{2}$ Zoll lang, und $3\frac{1}{4}$ Zoll im Lichten hoch iſt, iſt die innere Fläche allenthalten ſchwarz angeſtrichen, außer auf der hintern Wand. An dieſer hintern Wand befindet ſich in einer Falze eine geſchliffene Glasſcheibe, auf welcher weißes Papier aufgeklebt iſt, welche der Graf das Feld nennt. Die Glasſcheibe iſt $5\frac{1}{2}$ Zoll breit, und eben ſo hoch wie das Gehäuſe; das Feld des Inſtruments aber behält ſeine gehörige Breite durch einen Schirm von ſchwarzer Pappe, welcher vor die vordere Fläche des überzogenen Glaſes unmittelbar geſtellt wird, und worin ein kreisförmiges Loch g von $1\frac{6}{10}$ Zoll im Durchmeſſer geſchnitten iſt. Uebrigens muß dieſer Schirm weit genug ſeyn, um die ganze Fläche der Hinterwand des Gehäuſes zu bedecken, und kann an ſeinem Standorte durch Falze in den Seitenwänden des Gehäuſes feſt gehalten werden, worin

u) Beſchreibung einer neuen Methode, die comparativen Intenſitäten des Lichts leuchtender Körper zu meſſen, in Grens neuem Journale der Phyſik. B. II. S. 15 u. f.

rin man ihn hinabſchiebt. Der Boden des Gehäuſes ſteht vermittelſt einer Nuß auf einem Stativ; oben iſt es mit einem in Angeln beweglichen Deckel verſchloſſen, damit es leicht geöffnet werden kann, um nöthigen Falls die darin enthaltene Geräthſchaft zu ändern. Die Vorderſeite dieſes Gehäuſes iſt auch verſchloſſen, an welcher aber zwey horizontale Röhren dhik und lmnc befeſtigt ſind, deren Axen unter einem Winkel von 60° ſo ſtehen, daß dieſe verlängerten Axen ſich in dem Mittelpunkte x des Feldes ſchneiden. Zwiſchen dieſen beyden Röhren iſt in der Mitte der Vorderwand des Gehäuſes eine Oeffnung angebracht, durch welche man nach dem Felde ſieht. Vor dem Felde, $2\frac{2}{10}$ Zoll davon, ſtehen auf dem Boden des Gehäuſes zwey Cylinder p und q ſenkrecht in paralleler Lage mit der Hinterwand des Gehäuſes, welche von dem Mittelpunkte ihrer Grundfläche aus 3 Zoll von einander abſtehen. Wenn die beym Verſuche gebrauchten Lichter gehörig geſtellt ſind, ſo werfen dieſe beyden Cylinder vier Schatten auf das weiße Papier des Feldes; zwey davon ſind genau in der Mitte dieſes Feldes in Berührung, und auf dieſe allein muß Rückſicht genommen werden. Die beyden übrigen Schatten kann man leicht dadurch verſchwinden machen, daß man das Feld ſchmal macht, da alsdann die Schatten auf die geſchwärzte Fläche fallen, wo ſie unſichtbar ſind. Hat jeder Cylinder $\frac{4}{10}$ Zoll im Durchmeſſer und $2\frac{2}{10}$ Zoll in der Höhe, ſo iſt die Breite des Geſichtsfeldes von $2\frac{7}{10}$ Zoll hinreichend; überdieß muß die Höhe des Geſichtsfeldes nicht über $\frac{3}{10}$ Zoll mehr als die Höhe des Cylinders betragen, weil ſonſt das Licht wegen der zu ſtarken Blendung nachtheilig ſeyn würde. Um nun die Lichter leicht und genau ſtellen zu können, iſt durch die

Mitte des Feldes von oben nach dem Boden zu eine feine ſchwarze Linie gezogen, und eine andere horizontale, welche jene unter einem rechten Winkel, in der Höhe der erweiterten obern Grundflächen der Cylinder, ſchneidet. Berühren alsdann die obern Grenzen der Schatten die horizontale Linie, ſo ſtehen die Lichter in der gehörigen Höhe, und wenn ſich ferner die beyden Schatten in der Mitte des Feldes berühren, ſo ſtehen die Lichter in der gehörigen Richtung.

Die beyden Cylinder ſind um ihre Axe beweglich, und jeder iſt noch mit einem Flügel r und ſ von $\frac{11}{20}$ Zoll Breite und $\frac{1}{16}$ Zoll Dicke, von gleicher Höhe als die Cylinder, verſehen, und daran genau befeſtigt, um dadurch die Schatten in jeden Falle auf einerley Durchmeſſer zu bringen, weil ſich alsdann leichter beurtheilen läßt, ob die Schatten von gleicher Dichtigkeit ſind. Gewöhnlich ſteht dieſer Flügel in der Mitte des Schattens des Cylinders, in welcher Lage er ganz unwirkſam iſt; iſt es aber nöthig, den einen Durchmeſſer des Schattens zu vergrößern, ſo wird der dazu gehörige Cylinder ſo lange um ſeine Axe gedreht, bis der Flügel aus der Axe des Schattens tritt, und dadurch den Schatten zur nöthigen Breite bringt. Hiebey muß immer der Cylinder auswärts gedreht werden, oder ſo, daß die Zunahme der Breite des Schattens an der äußern Seite deſſelben ſtatt findet, nicht an der innern, wo beyde Schatten an einander grenzen. Durch Hülfe dieſer Flügel können die Größen der Schatten ſo zunehmen, daß ſie das ganze Feld bedecken. Uebrigens müſſen die Cylinder beſtändig genau perpendikulär auf dem Boden des Gehäuſes ſtehen, und mit einer ganz ſchwarzen Farbe überzogen ſeyn.

Um die Lichter mit größerer Genauigkeit und Leichtigkeit dem Photometer nähern, oder mehr davon entfernen zu können, ſind mit dem Geſtelle, welches das Photometer trägt, zwey lange und ſchmale, aber ſtarke und feſte Tiſche A und B feſt verbunden, in deren Mitte ein ganzer Falz läuft, worin ein beweglicher Schieber C, auf welchen das Licht geſtellt wird, durch Hülfe einer Schnur gezogen wird. Dieſe Schnur iſt hinten und vorne an dem Schieber befeſtigt, geht an jedem Ende des Tiſches über Rollen, und unten um einen Cylinder, welcher mit einer Kurbel verſehen iſt, und dem Ende des Tiſches beym Photometer ſo nahe ſteht, daß ihn der Beobachter drehen kann, ohne das Auge vom Geſichtsfelde abzuwenden. Dieſe Einrichtung gewährt folgende Vortheile: 1. kann der Beobachter die Lichter bewegen, wie er es für nöthig findet, ohne dazu einen Gehülfen zu gebrauchen, und ohne ſelbſt das Auge von dem Schatten abzuwenden; 2. iſt jedes Licht ſtets genau in der Richtungslinie, in welcher es ſeyn muß, damit die Schatten in der Vertikalebene des Photometers in Berührung kommen; und 3. kann die Bewegung der Lichter allgemach und ſanft geſchehen, ohne auf ſie ſelbſt Einfluß zu haben, oder ihren Glanz zu vermehren und zu vermindern.

Dieſe Tiſche, welche 10 Zoll breit und 35 Zoll hoch ſind, und von welchen der eine 12 und der andere 20 Fuß lang iſt, werden unter einem Winkel von 60 Grad gegen einander, und ſo gegen das Photometer geſtellt, daß Linien längſt ihrer Mitte gezogen und gehörig verlängert genau in einem Punkte in der Mitte der Vertikalebene oder des Feldes des Photometers zuſammenſtoßen; von dieſem Punkte an wer-

den die Entfernungen der Lichter gemeſſen. Die Seitenwände der Tiſche ſind in Felder getheilt, und ein Vernier, welcher Zehntelzolle zeigt, iſt an jedem Schieber, von welchem die Lichter getragen werden, angebracht.

Auf den Schiebern laſſen ſich die Lichter höher und niedriger ſtellen, um ſie beſtändig in einerley Horizontalebene mit den obern Grundflächen der Cylinder des Photometers zu haben. Damit die Bewegung dieſer Schieber auf dem Tiſche ſo ſanft als möglich ſey, gleiten ſie auf parallelen Meſſingdräthen, die 9 Zoll von einander ſtehen, etwa $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer haben, wohl polirt, und auf dem Tiſche von einem Ende zum andern befeſtigt ſind.

Um mit dieſem Photometer die relativen Intenſitäten des Lichts leuchtender Körper gehörig meſſen zu können, hat der Graf bey der Anwendung derſelben aus der Erfahrung gefunden, daß man dabey folgende Vorſichtsregeln in Acht zu nehmen habe: 1. wenn das ſchwächere Licht von zwey Lampen, deren Intenſitäten verglichen werden ſollen, faſt ſo ſtark iſt, als das einer gemeinen Wachskerze, ſo iſt es am vortheilhafteſten, daſſelbe 30 bis 36 Zoll vom Mittelpunkte des Feldes entfernt zu ſtellen, und ſo verhältnißmäßig näher oder entfernter, je nachdem es ſchwächer oder ſtärker iſt. Denn ſind die Lichter zu nahe, ſo ſind die Schatten nicht gut begrenzt, und wenn jene zu entfernt ſind, ſo ſind dieſe zu ſchwach; 2. iſt es zur Erleichterung der Rechnung vortheilhaft, ein Licht von einem gewiſſen Grade der Stärke als ein Maas anzunehmen, womit alle andere verglichen werden können. Hiezu hat der Graf eine Argandiſche Lampe gewählt, welche eine beträchtliche Zeitlang das Licht

weit

weit gleichförmiger ausſtrömt, als irgend eine andere Lampe, und noch mehr als irgend eine Kerze. Dieſe ſtellt er auf das bewegliche Geſtell des Photometers 100 Zoll vom Mittelpunkte des Feldes, nimmt alsdann ein cylindriſches Wachslicht von bekanntem Gewicht und Stärke, welches angezündet, geputzt, und dahin gebracht iſt, daß es mit dem größt möglichen Grade von Helligkeit brennt, ſtellt es der Lampe in einer gewiſſen gegebenen Entfernung (33 Zoll) gegen über, und zieht hiernächſt den Drath der Lampe mehr hinein oder heraus, je nachdem es nöthig iſt, bis die correſpondirenden Schatten der Lampe und der Kerze genau von einerley Dichtigkeit ſind. Alsdann wird die Wachskerze zum fernern Gebrauch aufgehoben. Dieſe beyden Lichter, nämlich die Argandiſche Lampe und die Wachskerze, nennt der Graf Probelichter.

Mit dieſem Apparate ſtellte nun der Graf folgende Verſuche an:

I. Verſuche über die Schwächung des Lichts beym Durchgange durch die Luft.

Es wurden nämlich zwey gleiche, gut geputzte Wachskerzen, welche genau mit einerley Flamme brannten, zuſammen auf der einen Seite vor das Photometer geſtellt, und ihr verbundenes Licht durch das einer Argandiſchen Lampe, die gut geputzt war, ſehr gleichförmig brannte, und auf der andern Seite ſtand, geſchätzt. Nun erhellet, daß die Intenſitäten des vereinigten Lichts beyder Kerzen und des einer einzelnen Kerze bey einer gleichen Schätzung des Probelichts ſich gegen einander wie 2 zu 1 verhalten, und in dieſem Verhältniſſe müßten auch die Quadrate ihrer Entfernungen der Theorie nach ſeyn,

wofern nicht die atmoſphäriſche Luft der Fortpflanzung des Lichts einen Widerſtand leiſtet. Die Reſultate aus vier Verſuchen waren dieſe

	Quadrate der Entfernungen	
	Mit zwey Kerzen	Mit Einer Kerze
Erſter Verſuch	3696,64	1883,56
Zweyter —	2916	1489,96
Dritter —	2981,16	1576,09
Vierter —	3410,56	1780,84
Das Mittel aus dieſen Verſuchen	3251,09	1682,61

Hieraus ergab ſich alſo ſehr nahe das Verhältniß wie 2 zu 1.

Da es ihm nun auf dieſe Art nicht glücken wollte, einen Widerſtand der Luft bey der Fortpflanzung des Lichts bemerkbar zu machen, und er bey wiederholten Verſuchen gefunden hatte, daß das Licht einer Lampe weit gleichförmiger iſt, als das einer Kerze, ſo nahm er zu dieſen Verſuchen an die Stelle der Kerzen Lampen, und machte noch andere Veränderungen in der Stellung derſelben, die er für fähig hielt, um, wo möglich, den Widerſtand der Luft gegen das Licht in den beſchränkten Grenzen ſeiner Vorrichtung bemerkbar zu machen.

Er verſah ſich daher mit zwey Lampen, einer Argandiſchen, die er mit dem größt möglichen Glanze brennen ließ, und einer andern gewöhnlichen kleinen Lampe, mit einem einzigen, runden und ſehr dünnen Dochte, welche mit einer ſehr klaren, ſtetigen Flamme und ohne bemerkbaren Rauch brannte, aber etwa nur $\frac{1}{25}$ ſo viel Licht gab, als die Argandiſche. Dieſe Lampen wurden gegen einander über vor das Feld des Photometers geſtellt; ihr Licht war im Gleichgewicht, wenn die kleinere in eine Entfernung von

20 Zoll

20 Zoll vom Mittelpunkte dieſes Feldes geſtellt wurde, die größere aber 101 Zoll davon entfernt war. Nun ſchloß er, daß, wenn das ſchwächere Licht bis auf 40 Zoll entfernt würde, es auch nöthig ſeyn möchte, um das Gleichgewicht des Lichts oder die Gleichheit der Schatten auf dem Felde des Photometers herzuſtellen, das größere Licht 202 Zoll weit davon zu entfernen, wenn nämlich die aus der unvollkommenen Durchſichtigkeit der Luft entſpringende Schwächung des Lichts innerhalb der Grenzen dieſer Entfernung nicht bemerkbar wäre. Wenn im Gegentheil durch wiederholte Verſuche gefunden werden ſollte, daß das Gleichgewicht wieder hergeſtellt würde, wenn das größere Licht noch nicht eine Entfernung von 202 Zoll erreicht hätte, ſo könnte er dann ſchließen, daß dieſer Effekt ſicherlich von der unvollkommenen Durchſichtigkeit der Luft herrühre. Allein ſo viele Genauigkeit und Vorſicht er bey ſeinen Verſuchen auch gebrauchte, ſo beſtätigten doch die Reſultate derſelben die Reſiſtenz der Luft gegen das Licht nicht allein nicht, ſondern ſie zeigten überall keine Reſiſtenz an.

Außer dieſen Verſuchen ſtellte er noch eine große Anzahl ähnlicher und in derſelben Abſicht an; allein ſie zeigten insgeſammt, daß die Reſiſtenz der Luft gegen das Licht zu unbeträchtlich iſt, um bemerkbar zu ſeyn; und daß das gewöhnliche Geſetz der Verminderung der Intenſität des Lichts mit Sicherheit darauf angewandt werden kann.

Daß die Durchſichtigkeit der Luft in ihrem reinſten Zuſtande ſehr groß iſt, erhellet offenbar aus den ſehr beträchtlichen Entfernungen, in welchen Gegenſtände, und ſelbſt ſchwach erleuchtete, ſichtbar ſind. Es war ihm keineswegs unerwartet, daß der

Mangel

Mangel vollkommener Durchſichtigkeit in der kleinen Entfernung, in welcher ſeine Verſuche angeſtellt wurden, nicht bemerkbar gemacht werden konnte; gleichwohl glaubte er noch, daß Mittel gefunden werden könnten, um ihre Reſiſtenz gegen das Licht bemerkbar zu machen, und ſie ſogar einer erträglich genauen Meſſung zu unterwerfen.

Eine genaue Beſtimmung der relativen Intenſität des Sonnen- oder Mondenlichts, wenn ſie in verſchiedenen Höhen über dem Horizont, oder wenn ſie von der Höhe und von dem Fuße eines ſehr hohen Berges aus bey ſehr hellem Wetter geſehen werden, würde wahrſcheinlich zu einer Entdeckung des wirklichen Ertrags der Reſiſtenz der Luft gegen das Licht leiten.

II. Verſuche über den Verluſt des Lichts beym Durchgange durch Tafeln und Scheiben verſchiedener Glasarten.

Bey dieſen Verſuchen gebrauchte der Graf zwey gleiche Argandiſche Lampen A und B, welche wohl geputzt waren, und mit ſehr heller glänzender Flamme brannten; ſie wurden gegen einander über vor das Photometer geſtellt, jede in einer Entfernung von 100 Zoll vom Felde des Photometers, und das Licht von B wurde zu gleicher Intenſität mit dem von A, oder ihre Schatten wurden zu gleicher Dichtigkeit gebracht. Nachdem nun die Lampen genau mit einerley Grad von Helligkeit brannten, wurde eine Scheibe feines, helles, durchſichtiges, gut polirtes Glas, wie es gewöhnlich zu Spiegeln gebraucht wird, ſechs Zoll ins Gevierte, vertikal auf einem Geſtell in einem Rahmen, vor die Lampe B, und zwar etwa in einer Entfernung von 4 Fuß davon ſo geſtellt, daß das Licht der Lampe ſenkrecht durch den Mittelpunkt der Scheibe gehen mußte,

muſte, ehe es auf das Feld des Photometers fallen konnte. Der Erfolg war, daß das Licht der Lampe B bey ſeinem Durchgange durch das Glas vermindert und geſchwächt wurde, und die Erleuchtung der Schatten auf dem Felde des Photometers nicht mehr gleich war, indem nun der der Lampe A zugehörige Schatten durch das Licht der Lampe B weniger ſtark erleuchtet wurde, als es bey dem der Lampe B zugehörigen durch das unverminderte Licht der Lampe A geſchah.

Um nun den Ertrag dieſer Schwächung des Lichts der Lampe B genau zu beſtimmen, mußte er dieſe Lampe dem Photometerfelde näher bringen, bis ihr durch das Glas gehendes Licht mit dem direkten Lichte der Lampe A im Gleichgewicht war; dieß geſchah, wenn die Lampe B von 100 Zollen zur Entfernung von 90, 2 Zoll vom Felde des Photometers gebracht war. Das Licht wurde alſo bey ſeinem Durchgange durchs Glas in dem Verhältniſſe $100^2 : 90,2^2$ oder 1 : 0,8136 geſchwächt, ſo daß nicht mehr als 0,8136 Theile des Lichts, welches auf die Glasfläche fiel, durch das Glas hindurchgingen, die andern 0,1864 Theile aber zerſtreuet oder verloren gingen. Er wiederholte dieſen Verſuch verſchiedene mal, und fand den Verluſt des Lichts bey ſeinem Durchgange durch dieſe Glastafel nach einem Mittel aller dieſer Verſuche 0,1973 Theile der ganzen darauf fallenden Lichtmenge.

Bey einer andern Glastafel von derſelben Glasart fand er den Lichtverluſt im Mittel 0,1869; durch beyde Glastafeln zuſammen nach einer Mittelzahl 0,3184.

Bey einer andern Glastafel von derſelben Art, welche aber etwas dünner war, betrug der mittlere Verluſt 0,1813.

Bey

Bey einer ſehr dünnen reinen Tafel von hellem weißen Fenſterglaſe war der Verluſt nach der Mittelzahl 0,1263.

III. Verſuche über den Verluſt des Lichts bey ſeiner Reflexion von einem gläſernen Planſpiegel.

Bey dieſen Verſuchen war die Methode faſt die nämliche, wie bey den erwähnten. Die mit heller, glänzender und ſtarker Flamme brennenden Lampen A und B wurden vor das Feld des Photometers geſtellt, und eine davon wurde ſo lange rückwärts und vorwärts bewegt, bis die Erleuchtung der Schatten auf dem Felde des Photometers genau gleich war. Nun wurde die Entfernung der Lampe B gemerkt; die Lampe wurde weggenommen, und ein Spiegel an ihre Stelle gebracht, doch näher gegen das photometriſche Feld zu. Die Lampe wurde ſo geſtellt, daß ihre gegen das Centrum des Spiegels fahrende Strahlen gegen das Photometerfeld zurückgeworfen wurden, wo denn durch mehrere Annäherung oder Entfernung der Lampe vom Spiegel die Erleuchtung des Feldes durch dieſe reflektirten Strahlen ins Gleichgewicht mit der Erleuchtung der Probelampe gebracht wurde. Hierauf wurde die Entfernung der Lampe vom Mittelpunkte des Spiegels, und die Entfernung dieſes vom Centrum des Feldes ſorgfältig gemeſſen und angemerkt. Dieſe zwey Diſtanzen addirt gaben die wirkliche Diſtanz, durch welche die Strahlen gingen, um zum Felde des Photometers zu gelangen.

Da nun bey der Reflexion beſtändig ein Verluſt von Licht iſt, ſo iſt klar, daß die reflektirten Strahlen geſchwächt zum Felde des Photometers kommen mußten, und daß folglich die Lampe, um dieß Feld durch

dieſe reflektirten Strahlen eben ſo ſtark zu erleuchten als durch die direkten Strahlen derſelben Lampe, näher gebracht werden mußte. Es iſt ebenfalls klar, daß das Verhältniß der Quadrate dieſer Entfernungen der Lampe, wenn ihre Strahlen direkt, und wenn ſie nach der Reflexion auffallen, bey gleicher Erleuchtung des Feldes des Photometers ein genaues Maaß des Verluſts des Lichts bey der Reflexion iſt.

Die folgende Tafel zeigt die Reſultate von fünf Verſuchen mit einem kleinen aber vortrefflichen von Ramsden gemachten, Glasſpiegel. Dieſer Spiegel, welcher einen Theil eines optiſchen Werkzeugs ausmacht, iſt 7 Zoll lang und $5\frac{1}{2}$ Zoll breit.

Um die Vergleichung der Reſultate der Verſuche zu erleichtern, wurde die Lampe B beym Anfange jedes Verſuchs in ein Entfernung von 100 Zoll geſtellt, und die Probelampe gehörig bewegt, um die Gleichheit der Schatten hervorzubringen.

Verſuche.	Einfallswinkel.	Entfernung des Centrums des Spieg. vom Centrum des Feldes.	Entfernung der Lampe vom Centrum des Spiegels.	Wirkliche Entfernung der Lampe, oder Länge der Strahlen.	Verluſt des Lichts bey der Reflexion.
		Zoll	Zoll	Zoll	Theile
1.	60°	40	40,8	80,8	0,3472
2.	85	—	41	81	0,3439
3.	45	—	41,5	81,5	0,3358
4.	60	—	39,5	79,5	0,3680
5.	70	—	40,5	80,5	0,3520

Das Mittel dieſer fünf Verſuche gibt für den Verluſt des Lichts 0,3494; und es erhellet alſo, daß mehr als $\frac{1}{4}$ des Lichts, was auf den beſten Glasſpie-

gel, der nur gemacht werden kann, auffällt, bey der Reflexion davon verloren geht.

Der Verluſt bey Spiegeln von verſchiedener Beſchaffenheit iſt noch beträchtlicher. Bey einem ganz gemeinen Glasſpiegel war der Verluſt in einem Verſuche 0,4816 Theile; und bey einem andern Spiegel in dem einen Verſuche 0,4548 und in dem andern Verſuche 0,4430 Theile.

Der Unterſchied der Einfallswinkel an der Oberfläche des Spiegels in den erwähnten Grenzen, nämlich von 45° bis 85°, ſchien auf die Reſultate der Verſuche keinen bemerkbaren Einfluß zu haben. Auch fand er durch Erfahrung, daß der Effekt des Unterſchieds der Winkel, unter welchen das Licht gegen die Fläche eines durchſichtigen Glaſes trifft, durch welches es geht, innerhalb den Grenzen von 40° oder 50° bis zur ſenkrechten Richtung nur ſehr unerheblich iſt.

Zuletzt ſtellte der Graf noch ſehr nützliche Verſuche über das Verhältniß zwiſchen der Quantität des verzehrten Oehls und des entwickelten Lichts in einer Argandiſchen und gewöhnlichen Lampe mit Banddocht, Wachskerzen u. dergl. an. Ueberhaupt gab der Gedanke, ein ſehr räumliches Arbeitshaus für arme Leute mit den geringſten Koſten zu erleuchten, dem Grafen die Veranlaſſung zur Erfindung ſeines Photometers.

Auch Herr Leslie [x]) gibt ein neues Photometer an, welches er auch als Hygrometer gebraucht. Es hat folgende Einrichtung: an das eine Ende (fig.

x) *Nicholſon's* journal of natural philoſophy. Vol. III.

(fig. 5.) einer dünnen, 4 bis 8 Zoll langen, durchgängig gleich weiten Röhre, von $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{60}$ Zoll Durchmeſſer, wird eine Kugel a von ſchwarz gefärbtem Glaſe, $\frac{4}{10}$ oder $\frac{6}{10}$ Zoll im Durchmeſſer, angeblaſen, und die Röhre ſo einwärts gebogen, daß der hinterſte Theil der Kugel in gerader Linie mit der ihr zunächſt liegenden geradlinigten Seite der Röhre ſteht. Eine zweyte etwas kürzere Röhre, die mit der vorigen eine gleiche, oder eine etwas größere Oeffnung hat, wird an dem einen Ende ſo cylinderförmig erweitert, daß dieſes cylindriſche Behältniß gerade ſo viel von einer Flüſſigkeit in ſich faßt, als die erſte ganze längere Röhre, und über dieſer Erweiterung wird ebenfalls eine Kugel b von gleicher Größe mit der vorigen a, aber von weißem klaren Glaſe angeblaſen; am entgegengeſetzten Ende c werden beyde Röhren etwas erweitert, damit man ſie hier deſto leichter an einander ſchmelzen könne. Dann füllt man die Kugeln mit Waſſerſtoffgas, taucht darauf die kürzere Röhre in eine mit Karmin gefärbte Potaſchenauflöſung, und treibt aus ihr mittelſt der Wärme der Hand einige Blaſen Waſſerſtoffgas, ſo daß ſie ſich beym Abkühlen mit einer gehörigen Menge Potaſchenlauge füllt. Die offenen Röhren werden hierauf vor dem Löthrohre geradlinig aneinander geſchmolzen. Das ganze Inſtrument wird dann in einem verſchloſſenen Zimmer an die ſchwarze Kugel aufgehängt, an die längere Röhre eine Interimsſkale befeſtigt, und die untere Kugel in ein Gefäß mit Waſſer getaucht. Gießt man kaltes Waſſer hinzu, ſo fällt die obere Fläche der Flüſſigkeit bis nahe an die obere Kugel. Der Unterſchied dieſer beyden Temperaturen, die durch ein Thermometer gemeſſen, und wonach der von der Flüſſigkeit in der Röhre durchlaufene Raum gemeſſen wird, gibt die

Größe eines Grades. Leslie bediente ſich hierbey der Celſiusſchen Skale, ſo daß alſo jeder Grad des Hygrometers dem tauſendſten Theil des Zwiſchenraums zwiſchen dem Gefrier- und Siedpunkte entſpricht. Darauf wird die ganze Flüſſigkeit in eine der Kugeln zurückgetrieben, und die kürzere Röhre an der Flamme eines Lichts allmählig gebogen, bis ihre Kugel die innere Seite der längern Röhre berührt, ſo daß ſie $\frac{3}{4}$ Zoll weit unterhalb der erſten etwas herabgebeugten Kugel zu ſtehen kommt. Zuletzt theilt man die Skale ab, welche wenigſtens von 50 bis 150° gehen muß, und klebt ſie mit einer Miſchung aus Colophonium und Wachs zwiſchen den beyden Röhren feſt.

Um das Inſtrument zu adjuſtiren, treibt man Luft aus einer Kugel in die andere, bis die Oberfläche der Flüſſigkeit am Anfangspunkte der Skale ſteht.

Herr Leslie verfertigte ein ſolches Werkzeug zuerſt im Herbſte 1797, und er iſt ſeitdem mit ſeiner Einrichtung und Empfindlichkeit ſehr zufrieden geweſen. Die ſchwarze Kugel verſchluckt nämlich das auf ſie fallende Licht, während die letztere es ungehindert durchgehen läßt. Das Licht aber bringt, nach dem Verhältniſſe ſeiner Abſorption, Wärme hervor, es ſey nun, daß es durch ſeine Vereinigung mit Körpern den Wärmeſtoff erſt bildet, oder daß es im Acte ſeiner Verbindung die Wärme nur thätig macht. Obgleich die ſchwarze Kugel beſtändig neue Wärme zugeführt erhält, ſo wird doch ihre Temperatur nicht gleichförmig und beſtändig erhöht werden, weil endlich die umgebende Luft die Wärme genau in dem Maaße fortleitet, wie ſie ſich anhäuſt. Daher wird das Fallen der Flüſſigkeit in der Röhre den momentanen Zufluß des Lichts meſſen. Um die unregelmäßigen Einwirkungen der

der Winde, die das Zerſtreuen der Wärme beſchleunigen könnten, zu hindern, wird das Inſtrument in ein cylindriſches, wohl abgerundetes, recht helles hermetiſch verſchloſſenes Glasgehäuſe geſtellt, welches zugleich den Nutzen hat, durch Hemmung der Cirkulation der umgebenden Luft die Wirkung des Inſtruments zu verdoppeln. Die Weite dieſes Glascylinders iſt ziemlich gleichgültig, nur muß er um die Kugeln herum wenigſtens $\frac{1}{10}$ Zoll, und oberhalb wenigſtens $\frac{1}{2}$ Zoll vom Photometer abſtehen. Die Größe und Geſtalt deſſelben ſind von ſo geringem Einfluß, daß er in einem Recipienten von 2200 Zoll kaum um $\frac{1}{10}$ weniger Wärme, als in einem Recipienten von der vorhin angegebenen Größe erhielt.

Dieß Photometer mißt nicht allein die direkten Strahlen der Sonne, ſondern auch das reflektirte Himmelslicht. Für jede Veränderung in der Atmoſphäre iſt es empfindlich, es zeigt die Zunahme und Abnahme des Tageslichts, und die periodiſche Vermehrung und Verminderung der Lichtſtärke nach der Jahrszeit. Auch dient es, andere Lichtarten zu ſchätzen. Durch Vergleichung zweyer Photometer iſt es leicht, das Verhältniß zu beſtimmen, in welchem zwey verſchieden gefärbte Stoffe das Licht reflektiren, abſorbiren und durchgehen laſſen, und zu unterſuchen, ob die Lichttheilchen über das Farbenbild des Prisma überall mit gleicher Intenſität zerſtreuet werden. Ferner mißt dieſes Photometer die Lichtmenge, welche verſchiedene durchſichtige Körper durch ſich hindurchlaſſen, oder welche von polirten oder rauhen Oberflächen bey verſchiedenen Einfallswinkeln reflektirt und abſorbirt wird.

Ueber die Vergleichung der Lichtſtärke der durchs Prisma zerlegten Farben hat Herr Herſchel[y]) zuerſt Unterſuchungen angeſtellt. Bey ſeinen vielfachen Verſuchen über die vortheilhafteſte Art, wie man die Sonne mittelſt großer Teleſkope am beſten beobachten könne, bediente er ſich mancherley Zuſammenſetzungen verſchieden gefärbter Dampfgläſer. Merkwürdig ſchien ihm hiebey der Umſtand zu ſeyn, daß er bey einigen derſelben eine Empfindung von Wärme im Auge verſpürte, wenn ſie gleich nur wenig Licht gaben; andere hingegen bey ungleich mehrerem Lichte eine kaum merkliche Wärme erregten. Da alſo in dieſen verſchiedenen Verbindungen der Dampfgläſer das Sonnenbild in ſo verſchiedenen Farben erſchien; ſo kam er auf den Gedanken, daß die wärmende Kraft vielleicht ſehr ungleich in den prismatiſchen Farbenſtrahlen vertheilt ſeyn möchte, und da er es für ſehr erlaubt hielt, dieſen Zweifel zu hegen, ſo glaubte er ihn auch auf die gleichförmige Vertheilung des Lichts ausdehnen zu dürfen. So entſtand alſo die Frage, ob nicht gewiſſe Farben eine größere Fähigkeit beſitzen, Wärme hervorzubringen, andere hingegen bey einer ſtärker erleuchtenden Kraft mehr für das Sehen geeignet ſind?

Bey der Unterſuchung der erleuchtenden Kraft der Strahlen von verſchiedener Farbe hatte er ſich zweyerley Geſichtspunkte erwählt. Der erſte betraf das Leuchten ſelbſt, der zweyte aber die Fähigkeit der Strahlen, Deutlichkeit im Sehen zu bewirken, und wenn ihm gleich keine beſondere Urſache vorhanden zu

y) Philoſoph. Tranſact. for the year 1800. n. 13. 14. P. I. Des Herrn Herſchels Unterſuchungen über die Natur der Sonnenſtrahlen, aus dem Engl. überſetzt von C. L. Harding. 1ſtes Heft. Celle 1801. 8.

zu ſeyn ſchien, warum beyde nicht zugleich beſtehen könnten, ſo glaubte er doch, daß man auf beyde genau achten müſſe.

Zu dieſer Unterſuchung fand er das Mikroſkop als das bequemſte Werkzeug. Ihm ſchien es am zweckmäßigſten, bloß undurchſichtige Objekte zu betrachten, weil er hiebey keine Beugung der Lichtſtrahlen zu befürchten hatte.

Er brachte unter ein doppeltes Mikroſkop ein Objekt mit ſehr zarten Theilen, und ſetzte ein Prisma ſo ins Fenſter, daß das farbige Bild der Sonne ſtillſtehend auf dem Tiſche erhalten ward, auf dem das Mikroſkop ſtand, und ließ nach und nach die Stellen von verſchiedenen Farben auf das Objekt fallen, indem er das Mikroſkop ſucceſſiv in ihr Licht ſchob. Das Mikroſkop vergrößerte 27mal.

So oft er die Erleuchtung durch Zulaſſung eines andern Farbenſtrahls veränderte, mußte er wegen der verſchiedenen Brechbarkeit der Strahlen das Inſtrument immer von neuem richten.

Er fand, daß ſein Objekt in den rothen Strahlen ſehr gut zu ſehen war, beſſer aber erſchien es in den orangefarbigen, und noch beſſer in den gelben Strahlen; völlig ſo gut in den grünen, nicht ſo ſchön in den blauen; mittelmäßig gut in den Indigblauen, und wenig deutlich in den violetten Strahlen.

Um ſeinen Verſuchen mehr Mannigfaltigkeit zu geben, bereitete er ſich mehrere Materialien zur Beobachtung, nämlich: rothes Papier, grünes Papier, ein Stück Meſſing, einen Nagel, eine Guinee, und ſchwarzes Papier. Hiebey wandte er nun eine 42malige Vergrößerung an.

Auf dem rothen Papiere erblickte er in den rothen Strahlen einen hellen Punkt nahe bey einem zufällig im Papiere befindlichen ſchwarzen Flecken. In dem Zwiſchenraume zwiſchen jenem hellen Punkte und dem ſchwarzen Flecken waren mehrere feine Punkte zu erkennen. In den orangefarbenen Strahlen konnte er ſie noch beſſer ſehen. Jetzt bemerkte er, daß der Lichtpunkt doppelt war. In den gelben Strahlen ſahe er den Gegenſtand noch beſſer, ſo wie in den grünen eben ſo gut. In den blauen Strahlen erblickte er den Gegenſtand ebenfalls gut, in den Indigoblauen aber nicht ſo gut, und in den violetten ſehr unvollkommen.

Auf dem grünen Papiere bemerkte er im rothen Lichte einige feine Punkte, welche ſich zwiſchen zwey glänzenden Punkten befanden; im orangegelben Lichte ſahe er dieſe feinen Punkte beſſer, im gelben noch beſſer, im grünen eben ſo gut, im blauen weniger helle, aber deutlich, im Indigblauen nicht gut, im violetten ſchlecht.

Ein fein abgedrehtes Stück Meſſing zeigte im rothen Lichte verſchiedene feine helle Punkte zwiſchen zwey andern hellen. Die Farbe des Meſſings gab dem rothen Lichte ein orangefarbenes Anſehen. Im orangefarbenen Lichte ſahe er die Punkte beſſer; die Orangefarbe erſchien aber anders, als ſie hätte ausſehen ſollen. Im gelben Lichte waren die Punkte noch deutlicher, und im grünen eben ſo gut; im blauen nicht ſo gut, im Indigoblauen nicht deutlich, und im violetten ſchlecht.

Als er einen Nagel in das rothe Licht brachte, bemerkte er zwey helle Punkte, nebſt einigen andern feinen Punkten, welche im orangefärbenen Lichte viel heller waren; auch waren noch mehrere Punkte ſichtbar.

bar. Im gelben Lichte waren ſie noch heller, ja es ließen ſich noch mehrere Punkte und Linien erkennen. Im grünen Lichte waren ſie völlig ſo helle wie im gelben; im blauen Lichte waren ſie viel weniger helle, im Indigoblauen noch weniger, und im violetten noch weniger, aber doch dabey deutlich.

Eine Guinee betrachtete er in einer Entfernung von 9 Fuß 6 Zoll von dem Prisma. Er brachte das Objekt in die verſchiedenen Farbenſtrahlen mit Hülfe des von der Guinee geworfenen Schattens. Im rothen Lichte fielen ihm vier ausgezeichnete Punkte auf; im orangefarbenen Lichte waren ſie beſſer erleuchtet und noch beſſer im gelben. Sämmtliche Punkte im Geſichtsfelde hatten Farben. Einige waren grün, einige roth, andere gelb, noch andere weiß mit einem ſchwarzen Kreiſe umgeben. Zwiſchen Gelb und Grün fiel das Maximum der Helligkeit. Im grünen Lichte waren ſie eben ſo gut erleuchtet, wie im gelben, im blauen geringer, im Indigoblauen ſchlecht, und im violetten noch ſchlechter, und das Objekt war nur mit Mühe zu ſehen.

Den vorigen Nagel brachte er wieder 8 Fuß vom Prisma entfernt unter das rothe Licht, und bemerkte zwey helle Punkte, zwiſchen welchen ſich mehrere feinere befanden, welche im ganzen Geſichtsfelde roth, aber ſehr deutlich waren. Im Orangelichte waren die Punkte beſſer zu ſehen; ſie erſchienen roth, grün, gelb und weiß, mit ſchwarzen Einfaſſungen; im gelben Lichte nahm er noch mehr hellere und feinere Punkte von verſchiedenen Farben wahr; im grünen Lichte fand daſſelbe ſtatt, mehrentheils waren die Punkte grün und lichtgrün ins weißliche fallend; im blauen und Indi-

Indigoblauen war alles ſchlecht erleuchtet, im violetten Licht kaum erleuchtet.

Als ſchwarzes Papier acht Fuß vom Prisma entfernt wurde, war das Objekt im rothen Lichte ſchwer zu erkennen, nur ſehr wenige feine Punkte konnte man wahrnehmen; im orangefarbenen Lichte erſchienen mehrere helle Punkte; im gelben aber unzählige helle und kleine ſchwache Punkte, ſo wie auch im grünen Lichte; im blauen Lichte war alles mittelmäßig erleuchtet; im Indigoblauen war das Objekt nicht zu erkennen, und im violetten Lichte gänzlich unſichtbar.

Aus dieſen gut mit einander übereinſtimmenden Beobachtungen über die einer jeden Farbe eigenthümliche Erleuchtungskraft glaubt nun Herr Herſchel den Schluß ziehen zu dürfen, daß die rothmachenden Strahlen dieſe Eigenſchaft keinesweges in einem hohen Grade beſitzen, die orangefarbenen Strahlen erleuchten die Gegenſtände beſſer; am allervollkommenſten aber die gelben Strahlen. Das Maximum der Erleuchtung liegt in dem helleſten Gelb, oder in dem blaſſeſten Grün. Das grüne Licht macht beynahe eben ſo helle, als das gelbe; vom dunkelſten Grün an nimmt die Erleuchtung ſehr merklich ab. Das Licht der blauen Strahlen iſt beynahe dem der rothen gleich. Die Indigoblauen Strahlen geben viel weniger Licht, als die blauen, und die violetten ſind ſehr ſchwach. Keiner einzigen Farbe ſcheint es an dem Vermögen zu fehlen, die Deutlichkeit des Sehens zu bewirken.

Nachdem Herr Herſchel dieſe ſeine Verſuche bekannt gemacht hatte, bemerkte Herr Carl Wilh. Boeckmann zu Carlsruhe, daß ſein Vater bereits vor 16 Jahren ſich zur Beobachtung der Sonne eine

ſehr

ſehr brauchbare Bedeckung aus vier gefärbten Gläſern zuſammengeſetzt habe, welche man vor das Okularglas ſchrauben konnte [z]). Die Sonne erſchien dadurch in einer Farbe, wie Nachts der Mond, und die etwaigen Flecken waren durch ihre Schwärze wohl zu unterſcheiden. Dieſes weisliche Licht that dem Auge nicht wehe, und griff daſſelbe auch nicht an. Es lagen nämlich vier Glasſcheiben über einander, eine hellviolette, eine hellgrüne, eine dunkelgrüne, und eine dunkelblaue.

Durch das hellviolette Glas kann man, wenn es auch dicht auf einer gedruckten Schrift aufliegt, ſolche doch genau und ohne Anſtrengung leſen; das hellgrüne iſt noch etwas durchſichtiger. Durch das dunkelgrüne kann man nur mit Mühe die Buchſtaben erkennen. Das dunkelblaue Glas iſt am undurchſichtigſten; man ſieht zwar, wenn es die Schrift berührt, noch eine Spur davon, ſie iſt aber nicht mehr lesbar. Hält man hingegen dieſes Glas nahe vor das Auge, und die Schrift in einiger Entfernung davon, ſo läßt ſich dieſe ganz deutlich erkennen. Dieſe Gläſer liegen in folgender Ordnung über einander: zunächſt dem Auge iſt das hellgrüne, dann kommt das dunkelblaue, und endlich das hellviolette. Hält man dieſe ſo verbundenen Gläſer ſo nahe als möglich vor das Auge, ſo kann man bey Tage kaum noch einige weiß erleuchtete Wolken, weiß angeſtrichene Häuſer u. ſ. w. von andern dunkeln Gegenſtänden unterſcheiden.

Noch in demſelben Jahre 1800 hat Herr Herſchel noch drey Aufſätze in der königlichen Geſellſchaft zu London abgeleſen, in deren dritten er Verſuche über den Licht- und Wärmeverluſt beym Durchgange der Licht-

z) Gilberts Annalen der Phyſik. B. X. S. 360.

Lichtſtrahlen und der Wärmeſtrahlen durch verſchiedene gefärbte Gläſer und andere durchſichtige Mittel anführt. Er folgert hieraus, daß beyde, die Wärme- und Lichtſtrahlen, ganz verſchiedenen Verwandtſchaftsgeſetzen unterworfen, und folglich beyde ihrer Natur nach verſchieden ſeyn müſſen.

Indeſſen fand Herr Herſchel einen ſtrengen und bittern Gegner an Herrn John Leslie [a]). Ueber den letzten Aufſatz des erſtern, welcher größtentheils aus Verſuchen über die Lichtmenge, welche gefärbte Gläſer durch ſich hindurch laſſen, beſteht, bemerkt letzterer, daß ſolche Verſuche in phyſikaliſcher Hinſicht ohne Werth wären, wenn nicht alle Umſtände aufs genaueſte angegeben wären, und ſie überſehe Herſchel gänzlich. Die Dicke, die Miſchung der Gläſer, und die Intenſität ihres Schattens ſey dabey von weſentlichem Einfluſſe; die hindurch gelaſſenen Farben hätten, um ihre Tiefe zu beſtimmen, mit der von Lambert, Achard und Bürja verbeſſerten Farbenpyramide verglichen werden müſſen; und endlich wäre dabey auf die veränderliche Kraft der Sonnenſtrahlen nach der Höhe der Sonne und dem Luftzuſtande (beſonders ihrer Feuchtigkeit) Rückſicht zu nehmen geweſen, da er in der Kraft des mittäglichen Sonnenlichts auf einander folgender Tage, bey anſcheinend heiterm Himmel, ſehr beträchtliche Unterſchiede gefunden habe. Bey ſehr hellen und dunkeln Farben laſſe ſich der Grad ihrer Erleuchtung wohl ſehr gröblich mit dem Auge ſchätzen; dieſe aber allgemein mit Präciſion durch ihren Contraſt im Auge beſtimmen zu wollen, ſcheine unausführbar, wo nicht ſelbſt ungereimt zu ſeyn. Wie genau

a) *Nicholſon's* journal of natural philoſophy. Vol. IV. p. 416. f.

nau könne auch wohl z. B. eine Vergleichung zwiſchen Grün und Roth ausfallen, die, genau genommen, nicht minder heterogene Dinge als Geſchmack und Geruch ſeyen. Was die Schwierigkeit noch größer mache, ſey, daß ſich aus der Farbe des Mediums, durch welches das Licht gehe, nicht immer auf die Farbe des hindurchgegangenen Lichts ſchließen laſſe. So z. B. erſcheine Sonnenlicht, das durch Pappe, Elfenbein oder weißes Email gehe, je nachdem dieſe dicker ſind, unter allen Nüancen von Gelb bis zum tiefen Roth. Doch wollten wir auch dieſe Verſuche Herſchel's als durchaus genau annehmen, ſo gäben ſie doch nicht den mindeſten Beweis für ſeine oder für irgend eine andere Hypotheſe.

Unterſuchungen und Bemerkungen, welche das Sehen betreffen.

Nach einem langen Streite wurde endlich wieder allgemein behauptet, daß die Nervenhaut (retina) wirklich der Siz des Sehens ſey. Vor etwa 12 Jahren entdeckte Herr Sömmering [b]) auf der Nervenhaut des Menſchenauges eine Art von länglicht runder Oeffnung, welche ungefähr 2 Linien vom Sehenerven nach den Schläfen zu entfernt iſt, $\frac{1}{4}$ Linie im Durchmeſſer hat mit ausnehmend dünnen Einfaſſungen, und rund umher einen gelblichen Kreis, etwa 3 Linien im Durchmeſſer. Sie wird von einer Falte in der Nezhaut bedeckt. Am deutlichſten wird ſie einige Tage nach dem Tode bemerkt, weil ſich alsdann der Ring umher von einer dunkeln Farbe zeigt. Man ver-

b) Ueber einen gelben Fleck und ein Loch in der Nervenhaut des menſchlichen Auges vom Herrn D. Michaelis; im Journal der Erfindungen, Theorien und Widerſprüche in der Natur- und Arzneywiſſ. St. XV. S. 3 ff.

vermuthete daher, daß es dieſe Stelle der Netzhaut ſey, welche gegen das Licht unempfindlich iſt. Indeſſen hat man hierüber verſchiedene Meynungen gehabt: Buzzi und Michaelis glaubten, ſie ſey eine ſehr feine und durchſichtige Stelle der Netzhaut; Sömmering, Meckel und Reil halten ſie dagegen für eine Stelle, an welcher wirklich alle Netzhaut fehlt; und Wildt in Göttingen meynte, die Netzhaut laufe im lebendigen Auge an dieſer Stelle in ein Bündel der feinſten Nervenſpitzen aus, auf welche das Bild im Auge hingeworfen werde; beym Tode zögen ſich dieſe zurück, und dadurch entſtünden die runde Oeffnung und der gefärbte Ring um ſie her.

Home [c]) äußert folgende Meynung. Bey der Trennung der Glasfeuchtigkeit des Auges von der Netzhaut fand er ſie an dieſer Stelle ſtärker als an den andern anhangend. Indem ſie fortbewegt wird, geht die Netzhaut mit fort, und bildet eine kleine Falte, in deren Mittelpunkt ſich dieſe kleine Oeffnung findet. Die Falte um die Oeffnung entſteht daher erſt beym Präpariren des Auges. Auch fand Home dieſe Oeffnung nicht allein im Menſchenauge, ſondern auch in dem Auge des Affen. Im Ochſen- und Schafauge fand er ſtatt derſelben in der Glasfeuchtigkeit ein halbdurchſichtiges Röhrchen, welches, einem lymphatiſchen Gefäße ähnlich, unmittelbar an der Schlafſeite des Sehnerven über der Netzhaut anfieng, $\frac{1}{5}$ Zoll hoch in die Glasfeuchtigkeit hinaufgieng, und hier

c) An account of the Orifice in the Retina of human Eye, diſcovered by Prof. *Sömmering*. To which are added Proofs of the Appearance being extended to the Eyes of other Animals. by *Everard Home*. Philoſ. Tranſact. for 1798. p. 332—345.

hier ſich verlor. Hieraus ſchließt nun Home, daß alle bisherige Muthmaßungen über den Zweck und Nutzen dieſer Oeffnung höchſt wahrſcheinlich irrig ſind, und ſie nichts anders als die Mündung eines lymphatiſchen Gefäßes iſt, beſtimmt, die verdorbenen Theile der Glasfeuchtigkeit und der Kryſtallinſe abzuführen, um dieſe beſtändig fort durchſichtig zu erhalten. Sie könne, ſagt er, gar keinen Einfluß auf das Sehen haben, weil der gelbe Ring, der ſie umgebe, ſich erſt mehrere Stunden nach dem Tode zeige, und in der Folge immer dunkler werde, welches ſchon eine Veränderung des Auges beweiſe. Selbſt der Verſuch des Mariotte laſſe ſich daher nicht erklären, wenn das Bild des betrachteten Gegenſtandes auf ſie falle; denn die Oeffnung liege nicht ſo, daß dieß wirklich der Fall wäre. Auch ſey die Oeffnung viel zu klein, als daß ſie irgend einen Mangel im Sehen veranlaſſen könnte, da die Blutgefäße, die ſich über die Netzhaut hinziehen, viel breiter als dieſe Oeffnung ſind, und doch keinen Theil des Bildes auffangen.

Ueber die zufälligen Farben hat auch Franklin [d]) einige Verſuche angeſtellt.

Beguelin [e]) nahm einmal wahr, als er die tief ſtehende Sonne im Geſichte hatte, und eine Schrift im Schatten las, daß ſich die ſchwarzen Buchſtaben in hellrothe zu verwandeln ſchienen. Er erklärt dieſe Erſcheinung auf folgende Art: wenn man in dem Falle, da die Sonne das Geſicht beſcheint, zur Schwä-

d) New experiments and obſervations. Lond. 1769.

e) Sur la ſource d'une illuſion du ſens de la vue, qui charge le noir de couleur d'ecarlate; in Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Pruſſe 1771. p. 8.

Schwächung des Lichts die Augen ſchließt, und der Glanz der Sonne durch die mit Blut angefüllten Augenlieder fällt, ſo wird dadurch auf der Netzhaut die Empfindung der rothen Farbe zuwege gebracht.

Vorzüglich lehrreich handelt Robert Waring Darwin [f]) von den zufälligen Farben. Er nennt die Eindrücke, welche geſehene Gegenſtände im Auge zurücklaſſen, Spectra im Auge, die er unter folgende vier Claſſen bringt: 1. ſolche, welche von allzugroßer Thätigkeit, 2. welche von dem Mangel der Empfindlichkeit der Netzhaut herrühren, 3. directe Spectra, welche mit den beobachteten Gegenſtänden gleiche Farbe, und 4. inverſe oder reverſe, welche von denſelben verſchiedene Farben zeigen, und welche letztere Büffon zufällige Farben nannte. Dieſe Benennung hielt Darwin für unſchicklich, weil dergleichen Erſcheinungen gewiſſen beſtimmten Geſetzen folgen, welche er zu entdecken ſich bemüht. Aus ſeinen ſehr mannichfaltig abgeänderten Verſuchen glaubt Darwin folgern zu können, daß die Netzhaut beym Sehen ſich nicht im leidenden, ſondern im thätigen Zuſtande befinde; vielleicht ſey ſie ſogar mit Muskelfibern verſehen, erhalte Reitz vom Lichte, und gerathe durch verſchiedene Grade des Reitzes in fortdauernde krampfhafte Bewegung von der einen oder von der entgegengeſetzten Art, die mannichmal aufhören, mannichmal wiederkommen, und bey allzuheftigem Reitze in einen lang anhaltenden krampfhaften Zuſtand übergehen können.

Auch

f) Philoſ. Tranſ. Vol. LXXVI. überſ. in Groſſe Magazin für die Naturgeſchichte des Menſchen. B. II. St. 2. Leipz. u. Zittau 1789. S. 66 – 138.

Auch Flangergues g) hat in einem der mathematiſchen Claſſe des Nationalinſtituts überreichten Aufſatze einige Bemerkungen über die zufälligen Farben gemacht. Die Erſcheinung, bey welcher die ſchwarzen Buchſtaben eines Buchs, das man in einer gewiſſen Lage gegen die Sonne lieſt, rothe Farben anzunehmen ſcheinen, ſchreibt er der Wirkung der Sonnenſtrahlen zu, welche durch die obern Augenwimpern fahren, und nach den Hintergrund des Auges gehen, den ſie erleuchten.

Die Meynung, daß das Auge ein Vermögen beſitze, die Kryſtallinſe flacher und erhabener zu machen, nimmt auch Herr Young h) an. Die faſerige Struktur der Kryſtallinſe gebe offenbar zu erkennen, daß das Auge erhabener werden, oder aus der biconvexen Form ſich mehr der Kugelgeſtalt nähern könne, ſo daß die Halbmeſſer ihrer Krümmungen kleiner werden, wodurch folglich auch die Entfernung des Bildes von der Kryſtallinſe kleiner wird. Mit dieſer Veränderung laſſe ſich auch eine andere ſehr wohl gedenken, woraus auch die Deutlichkeit des Sehens in verſchiedenen Entfernungen erklärt werden könne, nämlich eine größere oder geringere Zuſammendrückung der harten Haut durch die Augenmuskeln, wodurch zugleich die Hornhaut erhabener werden könne.

Als vorzügliche Folgen der Fehler des kurzſichtigen und weitſichtigen Auges führt Adams i) beſondere

g) Voigt's Magazin. B. I. St. 4. S. 66.
h) Beobachtungen über das Sehen; in Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 415 f.
i) An eſſay on viſion &c. Lond. 1789. 8. S. Adam's Anwei-

dere Lebensarten an. Solche Perſonen, welche bey ihren Geſchäften größtentheils im Freyen ſind, z. B. Landleute, Seeleute u. ſ. ſind gewöhnlich weitſichtig, hingegen diejenigen Perſonen, welche ſich mehr mit nahen und kleinen Gegenſtänden beſchäftigen, z. B. Künſtler, Gelehrte u. d. gl. ſind meiſtens kurzſichtig. Den Grund davon ſetzt Adams darin: das Auge werde eben ſo gut, wie andere Glieder des menſchlichen Körpers, durch Uebung geſtärkt, und durch oftmalige und anhaltende Wiederholung, ſehr weit entlegene oder nahe Gegenſtände zu betrachten, erhielten die Augenmuſkeln eine Fertigkeit und Stärke, bloß in ſolchen gewohnten Entfernungen deutlich zu ſehen. Wenn man alſo das Auge in einem geſunden Zuſtande erhalten wolle, ſo müſſe man abwechſelnd nahe und entfernte Gegenſtände betrachten; wären aber die Augen einmal fehlerhaft geworden, ſo ſolle man ſich bey Zeiten ſchicklicher Gläſer bedienen, um den Fehler nicht noch mehr zu vergrößern, wenn man das Undeutliche gar nicht betrachtete.

Aus ganz andern Gründen ſucht John Stack k) die Fehler des Auges zu erklären. Er fand nämlich, daß verſchiedene kurzſichtige Perſonen nahe Gegenſtände durch ein kleines Loch deutlich ſahen, Andere bey zuſammengezogener Pupille auf 2 Zoll weiter leſen konnten, als bey erweiterter Pupille, und daß Vielen auf beyden Seiten erhabene oder auf beyden Seiten hohle Linſengläſer nichts halfen. Weil ihn

Anweiſung zur Erhaltung des Geſichts und zur Kenntniß der Natur des Sehens, a. d. engl. von Friedr. Kries. Gotha 1794. 8.

k) Tranſact. of the Roy. Iriſh Academy. T. II. Dubl. 1788. 4. in Grens Journal d. Phyſik. B. IV. S. 45 f.

ihn nun die gewöhnliche Theorie hier nicht befriedigen kann, ſo nimmt er an, daß die Undeutlichkeit im Sehen bloß von der fehlerhaft vertheilten Dichtigkeit der Kryſtallinſe herrühre. Dieſe Kryſtallinſe ſey nämlich im geſunden Zuſtande des Auges in der Mitte am dichteſten, und nehme allmählig gegen den Rand zu án Dichtigkeit ab; dadurch werde aber verurſacht, daß die auffallenden Strahlen gegen den Rand der Kryſtallinſe zu weniger als gegen die Mitte derſelben gebrochen würden, und eben daher vereinigten ſich die gebrochenen Strahlen in Einen Punkt, da ſonſt bey gleicher Dichtigkeit der Kryſtallinſe dieſe Strahlen nicht in Einem Punkte zuſammen kämen, wodurch die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt wegfiele. Hätte nun die Kryſtallinſe eines Auges in der Mitte die gehörige Dichtigkeit, nehme ſie aber gegen den Rand zu nicht gehörig oder zu viel an Dichtigkeit ab, ſo würden die gebrochenen Strahlen nicht in Einem Punkte wieder vereinigt, und es entſtehe dadurch ein undeutliches Bild, welches durch kein auf beyden Seiten erhabenes oder hohles Glas deutlich gemacht werden könne. Die daher entſtandene Abweichung wegen der Kugelgeſtalt werde nun durch Verengerung der Pupille oder durch ein vorgehaltenes Loch in einer Karte vermindert, weil dadurch diejenigen Strahlen, welche von der Mitte der Kryſtallinſe entfernter auffielen abgehalten, und nur die mittleren durchgelaſſen würden. Für ſolche Augen würden folglich concav-convexe Gläſer von gehöriger Einrichtung am beſten ſeyn. Wenn jedoch das Sehen durch ein feines Loch in einer Karte nicht deutlicher würde, ſo entſpringe der Fehler aus andern Urſachen, welche in fehlerhaften Feuchtigkeiten oder einer fehlerhaften Netzhaut ihren Grund hätten.

Die Herren Adam's, Lichtenberg[l]) und Büſch[m]) haben zur Erhaltung der Augen verſchiedene gute Regeln gegeben[n]), wovon die vornehmſten folgende ſind.

1. Bey allen Arbeiten ſuche man ein mäßiges nicht zu ſtarkes und nicht zu ſchwaches Licht zu erhalten; denn ein zu ſtarkes Licht blendet die Augen und greift ſie ungemein an; ein zu ſchwaches Licht aber erfordert eine zu ſtarke Anſtrengung. Manche haben dadurch ihr Geſicht verloren, daß ſie zu häufig in die Sonne oder in das Feuer ſahen, andere dadurch, daß ſie aus einer großen Dunkelheit plötzlich ins helle Licht, oder aus dem hellen Lichte plötzlich in die Finſterniß kamen.

2. Man laſſe das Auge nicht zu lange auf ſehr glänzenden Gegenſtänden haften, am wenigſten des Morgens beym Erwachen. Es ſind daher ſolche Schlafzimmer, in welche die Sonne früh ſcheint, und Betten, worin die Augen nach dem freyen Lichte hin gerichtet ſind, dem Auge ſchädlich.

3. Man leſe nie zu kleine Schrift, auch nicht in der Dämmerung oder gar im Dunkeln beym Mondenſcheine, auch beym Lichte nicht, wofern die Augen ſchon fehlerhaft ſind.

4. Wenn man ſich im Dunkeln aufhalten muß, ſo nehme man keine Beſchäftigungen vor, bey welchen

l) Von einigen Pflichten gegen die Augen; im Götting. Taſchenbuch für 1791.

m) Im zweyten Bande ſeiner Erfahrungen. Hamburg 1791. 8.

n) Adam, Büſch und Lichtenberg über einige wichtige Pflichten gegen die Augen, mit Anmerk. von S. Th. Sömmering. Frankf. a. M. 1794. gr. 8.

chen man die Augen brauchen muß. Vorzüglich vermeide man aber beym hellen Tage künſtlich gemachte Dunkelheit, wobey das Licht durch Ritzen oder Löcher durchſcheint.

5. Wenn weitſichtige Perſonen ſich eines erhabenen Glaſes bedienen wollen, ſo müſſen ſie die möglichſt kleinſte Entfernung des Objekts vom Auge nehmen, in welcher ſie daſſelbe ohne Glas noch einiger Maaßen deutlich ſehen, damit ſie ſich nicht beym Gebrauche des Glaſes noch mehr an die Weitſichtigkeit gewöhnen. Eben ſo werden auch kurzſichtige Perſonen die möglichſt größte Entfernung des Objekts vom Auge wählen müſſen, bey welcher ſie daſſelbe noch ziemlich deutlich ſehen, um ſich nicht noch mehr an die Kurzſichtigkeit zu gewöhnen.

6. Vorzüglich gut werden die Augen erhalten, wenn ſie Gegenſtände von grüner Farbe häufig betrachten können.

7. Die dunkeln Lichtſchirme ſind den Augen ſchädlich, weil die Helligkeit des von der innern Fläche zurückgeworfenen Lichts, und die angrenzende Dunkelheit des Schattens zu ſtark iſt. Herr Adam's ſchlägt zu den Schirmen einen kegelförmigen Trichter von weißem mäßig ſtarken Papiere vor, welcher nicht allein ein hinlänglich ſtarkes Licht auf die Schrift wirft, ſondern auch das Auge gegen die Flamme ſchützt, und das ganze Zimmer nicht ſo ſehr verdunkelt. Herr Büſch räth vorzüglich einen kleinen Schirm von grünem Taffet an, welcher unmittelbar an die Lampe befeſtigt iſt.

Um ſich die Fehler der Weitſichtigkeit und Kurzſichtigkeit zu verſinnlichen, hat Herr Adam's eine eigene Einrichtung eines künſtlichen Auges angegeben.

Dieſes beſteht aus einer hölzernen Kapſel, die ſich auf einem Fußgeſtelle befindet. An der vordern Seite der Kapſel iſt ein Stück gemeines Glas befindlich, welches ſo gemahlt iſt, daß es wie ein Auge ausſieht; in der Mitte bleibt aber ein kleiner Kreis, welcher die Pupille vorſtellt, durchſichtig. Innerhalb der runden Kapſel befinden ſich drey verſchiedene Linſengläſer von verſchiedener Brennweite, wovon nach und nach ein jedes der Pupille gegen über gebracht werden kann. Das eine Linſenglas ſtellt die Kryſtalllinſe im geſunden Zuſtande des Auges vor, das andere nicht ſo ſehr erhabene zeigt den Fehler der Weitſichtigkeit, und das dritte noch mehr erhabene, als das erſte, den Fehler der Kurzſichtigkeit. An dem hintern innern Theile der Kapſel befindet ſich ein mattgeſchliffenes Glas, welches die Stelle der Netzhaut vertritt. Außen vor dem Augenſterne ſind zwey Augengläſer, ein auf beyden Seiten erhabenes und ein auf beyden Seiten hohles, wovon ein jedes willkührlich durch eine Vorrichtung vor den Augenſtern gebracht werden kann. Läßt man nun in einer gehörigen Entfernung von einem Gegenſtande Licht auf den Augenſtern fallen und ruckt die erſte Linſe hinter den Stern, ſo erblickt man auf dem matt geſchliffenen Glaſe das Bild dieſes Gegenſtandes verkehrt, aber deutlich; bringt man aber bey einerley Oeffnung des Objekts die andere Linſe vor den Stern, ſo erblickt man das Bild deſſelben ſehr undeutlich, das jedoch deutlich wird, wenn man das erhabene Augenglas vor die Pupille ruckt; bringt man endlich die dritte Linſe hinter den Stern, ſo iſt abermals das Bild auf dem matt geſchliffenen Glaſe ſehr undeutlich, welches aber wiederum durch Vorbringung des erhabenen Augenglaſes deutlich wird.

In

In der Ueberſetzung von Adam's Schrift beſchreibt Herr Kries noch eine einfachere Art des künſtlichen Auges. Eine hohle Kugel (fig. 7.) abki ſtellt den Augapfel vor, an deren vordern Seite ab eine erhabene Glaslinſe ſich befindet, deren Brennpunkt gerade auf ik fällt, und welche die brechenden Feuchtigkeiten des Auges vorſtellt. In der Mitte der Röhre lmcd befindet ſich ein matt geſchliffenes Glas, welches ſtatt der Netzhaut dient. Iſt die Stelle dieſes matt geſchliffenen Glaſes gerade in ik, ſo wird auf ſelbigem ein deutliches Bild abgemahlt, wenn ſich vor der Linſe ab ein Objekt befindet. Schiebt man aber die Röhre dclm in die innere Höhlung der Kugel hinein, ſo daß das matt geſchliffene Glas in cd kommt, ſo fällt nun das deutliche Bild hinter das Glas, und es wird daher auf cd undeutlich, wie dieß bey weitſichtigen Perſonen ſtatt findet; um es nun deutlich darzuſtellen, wird vor die Linſe ab ein erhabenes Augenglas gerückt. Zieht man endlich die Röhre dclm weiter heraus, ſo daß das matt geſchliffene Glas die Lage ef erhält, ſo liegt das deutliche Bild vor dem Glaſe, wie bey kurzſichtigen Perſonen, und die ausgebreiteten Strahlen des Bildes fallen auf das Glas ef und verurſachen ein undeutliches Bild, welches durch die Vorrückung des Hohlglaſes h vor die Linſe ab deutlich wird.

Die Frage, warum die Gegenſtände aufrecht geſehen werden, da doch ihr Bild auf der Netzhaut verkehrt liegt? hat Käſtner o) ſehr richtig und vollſtän-

o) Hamburgiſches Magazin. B. VIII. St. 4. Art. 8. und B. IX. St. 1. Art. 4.

ſtändig beantwortet. Lichtenberg [p]) urtheilt darüber ſo; derjenige, welcher dieſe Frage aufwerfe, denke nicht daran, was eigentlich aufrecht und verkehrt zu nennen ſey. Wenn man ein Gemählde umkehre, ſo ſtehen die darauf abgebildeten Figuren nur in Beziehung auf andere außer ihm befindliche Gegenſtände verkehrt; auf dem Gemählde ſelbſt aber ſtehen ſie noch immer aufrecht, d. h. ſie kehren immer die Füße gegen den Boden, das Haupt gegen die Decke oder den Himmel. Eben dieſe Bewandtniß habe es mit dem Bilde im Auge. Nur in Rückſicht auf das, was außer ihm ſey, könne man es verkehrt nennen; und nur ein zweytes Auge, welches Bild und Gegenſtand zugleich betrachte, werde die verkehrte Lage des erſtern wahrnehmen. Die Seele betrachte ja aber nicht das Bild durch ein zweytes Auge mit dem Gegenſtande zugleich, mithin käme eine ſolche Beziehung bey der Empfindung des Sehens gar nicht vor. In einer Zeichnung, welche Bild und Gegenſtand zugleich darſtellten, ſtehe freylich jenes gegen dieſen verkehrt; aber bey der Empfindung des Sehens mehrerer Gegenſtände beziehen wir Bilder auf Bilder und alle zuſammen auf das Bild der Erde oder des Bodens, und in dieſer Beziehung ſtehe jede Figur auf der Netzhaut ſenkrecht; nämlich gegen die andere und gegen das Bild des Bodens.

Ob alſo gleich dieſe Frage auf ſolche Art als ungeräumt angeſehen worden iſt, ſo hat doch Adams dieſelbe als räthſelhaft und ſehr ſchwürig wieder angeführt.

Eine

p) Anfangsgründe d. Naturlehre von Erxleben. 6te Aufl. S. 328.

Eine beſonders merkwürdige hieher gehörige Erſcheinung, die ſchon längſt bekannt war, ſuchte man in dieſer Periode zu erklären. Man bemerkt nämlich in großen, weit ausgebreiteten Ebenen einen Theil der Atmoſphäre gegen den Horizont ſo verdichtet, daß man dadurch gar nichts erkennen kann, die hohen Gegenſtände aber ragen darüber hervor; es ſcheint alſo, als ob in der Ferne ein großer Teich oder ein großer See ſich befände, und die Gegenſtände am Horizonte jenſeit dieſes Waſſers lägen. Das Wunderbarſte dabey iſt aber noch, daß die Bilder der Gegenſtände, z. B. entfernter Berge, Städte u. ſ. ſich in dieſem ſcheinbaren See ſpiegeln, und darin umgekehrt erſcheinen, wie die Bäume am Ufer eines Teiches. Dieſe Erſcheinung wird auch oft an den ſchwediſchen Küſten wahrgenommen, und iſt daſelbſt unter eigenen Nahmen bekannt, welche Erhebung und Seegeſicht bedeuten, wie Herr Metterling [q]) anführt. Etwas ähnliches hat Andreas Ellicott [r]) am 13ten Octob. 1787. Nachmittags um 3 Uhr am Erie See in Nordamerika beobachtet. Eine entfernte Halbinſel ſchien über dem Horizont merklich erhaben, und ward öfters doppelt geſehen, mit einer Erſcheinung, wie Waſſer dazwiſchen. Beyde Bilder ſchienen ſich bald abzuſondern, bald wieder zuſammen zu fallen. Dieſe Erſcheinung vergleicht Ellicott mit den Erſcheinungen des ſogenannten Doppelſpaths, und führt an, ſie werde dort von den Seeleuten Looming genannt. Herr

q) Neue ſchwediſche Abhandlungen für 1788. 9ter Band. S. 3.

r) Tranſact. of the American ſociety held at Philadelphia, Vol. III. 1793. 4. art. 8.

Herr Röding [s]) führt in dem Artikel, Harige, an, daß harige Luft eine Erſcheinung bedeute, bey welcher das Land in der Luft läge, und ein Theil des Himmels zwiſchen Land und Horizont; gemeiniglich folge darauf Wind. In einer Beſchreibung und Abbildung dieſer Erſcheinung wird von Dickenſon [t]) gemeldet, daß hiebey das Wort Haze (düſter, neblich) von den Seeleuten gebraucht würde, obgleich bey dem dort abgebildeten Phänomen kein Nebel, ſondern die Luft vollkommen heiter geweſen ſey.

Käſtner [u]) bemerkt, daß dieſe Erſcheinung noch nicht vollkommen erklärt ſey; es komme aber dabey wohl auf Refraktionen und Reflexionen an. Eine Aehnlichkeit mit dieſer Erſcheinung habe die längſt bekannte Fata Morgana bey Reggio in der ſicilianiſchen Meerenge, wo man über der Küſte verſchiedene Geſtalten in der Luft ſieht, deren Kircher [x]), und aus ihm Schott [y]), Pilati [z]) und Brydone [a]) Erwähnung thun. Auch wurden dergleichen Luftbilder von Seſtini [b]) auf dem Aetna wahrgenommen.

Büſch

s) Allgemeines Wörterbuch der Marine. dritte Lieferung. Hamburg 1794. 4.

t) Gentleman's Magazine Jul. 1793.

u) Anfangsgründe der Dioptrik. 4te Auflage 1792. §. 114. VII.

x) Ars magna lucis et umbrae. L. X. P. II. c. I.

y) Magia optica lib. IV. im Anfange.

z) Voyage en differ. pays de l'Europe. à la Haye 1777. p. 220.

a) Reiſen durch Sicilien und Maltha. a. d. Engl. Leipz. 1774. Th. I. Brief 4.

b) Briefe aus Sicilien. Leipz. 1781. 2 Bände S. 22.

Büſch c) leitet dieſe Erſcheinung aus der Strahlenbrechung am Horizonte und aus der Reflexion des Lichts ab, wenn es auf glatte Flächen unter einem ſehr kleinen Winkel auffällt.

Herr Gruber d) ſtimmt in der Hauptſache mit Büſch überein; er ſucht aber noch beſonders darzuthun, daß die Erwärmung der Luft am Horizonte die Haupturſache der ganzen Erſcheinung ſey. Man denke ſich nämlich eine durchhitzte Erdfläche (fig. 8.) ab, welche die über ihr liegende Luftſchicht bis cd ſo erwärmt, daß ſie der Strahlenlenkung fähig wird, ſo muß die Luft dicht an der Erdfläche am meiſten verdünnt ſeyn und mithin die Strahlen am ſtärkſten ablenken, und dieſe Wirkung ſich aufwärts bis zur gemeinſchaftlichen atmoſphäriſchen Verdickung der Luft allmählig verlieren. Dadurch muß

1. in der Luft eine oſcillirende Bewegung entſtehen, indem die dünnere Luft hinaufſteigt, und die dickere herabſinkt; ſie zeigt ſich in der That über jeder Oberfläche, die von der Sonne eine Zeitlang beleuchtet wird.

2. Muß in dieſem von unten nach oben ſich verdickenden Luftraume eine Strahlenbrechung vor ſich gehen, die der gewöhnlichen gerade entgegengeſetzt iſt. Die gewöhnliche macht die Lichtſtrahlen nach oben zu convex, und erhebt die fernen Gegenſtände über den Horizont; die ungewöhnliche bricht dagegen die Lichtſtrahlen ſo, daß ſie nach unten zu convex werden, und drückt dadurch die Bilder entfernter Gegenſtände unter

c) Tractatus duo optici argumenti. Hamb. 1789. n. I.

d) Phyſiſche Abhandlung über die Strahlenbrechung und Abprallung auf erwärmten Flächen. Dresden 1787. 4.

unter den wahren Horizont herunter; und hierin liegt der Grund der ſonderbaren Phänomene, welche bey der irdiſchen Strahlenbrechung vorkommen.

3. Strahlen, wie mgp und lho, welche in dieſem Luftraume bey einerley Beſchaffenheit deſſelben parallel einfallen, müſſen gleichmäßig gekrümmt werden, und ihre Ablenkungsſcheitel gh gleich hoch über dem Erdhorizont liegen. Wird der Einfallswinkel ſpitzer, wie z. B. beym Strahl mfp, ſo nähert ſich der Ablenkungsſcheitel f dem Horizonte, und fällt umgekehrt bey Strahlen, wie mep, die unter ſtumpfen Winkeln einfallen, höher hinauf. Zieht ſich endlich der verdünnte Luftraum bey abnehmender Wärme zuſammen, ſo wird bey unveränderter Lage des Objekts und des Auges jeder Einfalls-, mithin auch jeder Ausfallswinkel ſpitzer. Hieraus erklärt ſich die Erweiterung des Bildes bey niedrigerer Lage des Auges, oder bey Vergrößerung der verdünnten Luftſchicht, ſo wie die Zuſammenziehung des Bildes in den Vertiefungen bey Erniedrigung dieſer Luftſchicht mit abnehmender Wärme.

4. Je mehr ſich das Auge bey unveränderter Höhe des verdünnten Luftraums und bey unveränderter Lage des Objekts erhebt, deſto weiter müſſen die Reflexionen, oder vielmehr die Ablenkungsſcheitel der Strahlen vom Auge abrucken. Denn rückt das Auge o in p hinauf, ſo wird nicht mehr der Strahl mh, ſondern ein mit ihm paralleler lg, der einen entfernten Abprallungsſcheitel hat, durch Refraktion ins Auge kommen, und zwar wird ſich ungefähr verhalten bo : bp = bf : x; daher kommt es, daß das beſchriebene Phänomen auf großen Ebenen bey Erhebung des Auges in die Ferne zu fliehen ſcheint.

5.

5. Wenn ſich das Auge ziemlich tief innerhalb des verdünnten Luftraums befindet, ſo kann alsdann das Strahlenbild auf großen Ebenen ſehr hoch über dem Horizont des Auges zu ſtehen kommen, und mit dem Himmel, der ſich darin ſehr deutlich ſpiegelt, vermiſcht werden. Gruber ſah dieſe ſo weit ausgedehnte Erſcheinung nie nach den mittleren Nachmittagsſtunden, ſondern meiſt früh in ganz heitern Tagen, oder um Mittag, nachdem vorher die Sonne einen Nebel niedergeſchlagen, und ſich der Erdfläche bemeiſtert hatte, wie das im Frühjahr und Herbſt zu geſchehen pflegt. Wahrſcheinlich war dann der Temperaturunterſchied zwiſchen Erdboden und Luft größer, als nachher, wenn die Luft durch längern Sonnenſchein mehr erwärmt, und dadurch ein nach oben ſich überall verdünnendes, wenigſtens nicht ſo ſtark verdichtendes Medium, als es die Erſcheinung erfordert, entſtanden war.

Selbſt die wiederholte Beobachtung, daß ſich bey ſeinen Verſuchen mit der erwärmten Eiſenſtange das Bild durch einen ſanften Luftzug vergrößerte, ſcheint dieſe Meynung zu beſtätigen. Denn der Luftzug kann wohl hiebey nicht anders, als durch das Hinzuführen einer kältern und eben dadurch dichtern Luftmaſſe über die erwärmte Fläche wirken, wodurch das ablenkende Medium vergrößert und verſtärkt wird. Ueberhaupt bemerkte er, daß es bey dieſer ungewöhnlichen Strahlenbrechung meiſtens nur auf den Temperaturunterſchied einer Fläche und der atmoſphäriſchen Luft ankomme. Denn er habe ſie an der Mauer, an welcher ſich ein benachbartes Haus ſpiegelte, auch zu einer Zeit geſehen, wo die Sonne den ganzen Tag über nicht geſchienen hatte, und das Reaumur'ſche

Ther-

Thermometer auf — 2½ Grad ſtand. Es iſt daher wahrſcheinlich, daß man ſie über Erd- und Waſſerflächen auch des Nachts wahrnehmen könne.

6. Ob ihm gleich bey ſeinen Verſuchen, wo er, ſo zu ſagen, die Natur dieß Schauſpiel nach ſeinem Belieben aufzuführen zwang, dickere oder dünnere Luft, Dünſte und Elektricität keinen Einfluß auf das Phänomen zu haben ſchienen; ſo möchte er ihnen doch einen ſolchen Einfluß bey Erd- und Waſſerflächen nicht abſprechen. Denn hier, wo die Strahlenbrechung im Großen wirkt, giebt eine geringe Urſache ſchon einen merkbaren Ausſchlag. Wenigſtens ſcheint es, daß dickere Luft und Dünſte, die der Luft ein anderes Verhältniß in ihren Beſtandtheilen geben, einen größern Unterſchied der Wärme zwiſchen der Erdfläche und der Luft veranlaſſen können.

7. Uebrigens möchte er nicht verkennen, daß nicht in der Natur durch die Temperaturverſchiedenheit der Luft, durch die Unebenheiten des Landes, und ſelbſt durch die Verſchiedenartigkeit der Luft die Strahlen einen mehr oder weniger geſchlängelten Gang annehmen, aus der Vertikalfläche herausgebogen und ſo gebrochen werden könnten, daß das Verhältniß zwiſchen den Sinuſſen der Ein- und Austrittswinkel ſehr veränderlich ſey.

Herr Woltmann [c]) hat über dieſe merkwürdige Erſcheinung der ſogenannten Spiegelung noch mehrere ſehr intereſſante Beobachtungen und Verſuche angeſtellt, aus welchen er folgert, daß die Spiegelung nur ſcheinbar ein katoptriſches Phänomen ſey, und daß

c) Neue Abhandlungen der königl. böhmiſchen Geſellſchaft der Wiſſenſchaften; B. III. Prag 1798. 4. S. 67 f.

daß es in der That auf keine Zurückwerfung der Strahlen nach den Geſetzen der Katoptrik, ſondern lediglich auf eine Brechung derſelben beruhe. Weder die Erde, noch das vom Winde bewegte Waſſer können als Spiegel dienen, auch iſt die Spiegelung viel zu ungleich, als daß ſie ſich aus einer feſten unveränderlichen Spiegelfläche erklären ließe. Eben ſo wenig wirft eine Luftſchicht die Strahlen gleich einem Spiegel zurück. Dieſe gehen vielmehr durch die Luftſchicht hindurch, und werden von ihnen nur gebrochen; und dabey läßt ſich dann recht wohl eine Veränderlichkeit im Brechungsverhältniſſe denken, welche allein ſchon der großen Veränderlichkeit des Phänomens zur Erklärung dienen möchte. Auch iſt das Phänomen von der Höhe und Niedrigkeit der Meeresfläche abhängig, bleibt alſo nicht unverändert in einerley Höhe und Luftſchicht, wie dieß wohl bey einer katoptriſchen Spiegelung der Fall ſeyn müßte.

Aus ſeinen Beobachtungen zog **Woltmann** folgende Reſultate:

1. Vom Anfange Februars bis Ende Octobers betrug die mittlere Refraktion

	Morgen	Mittag	Abend
	11″,9	52″,5	67″,8
kleinſte	— 52″,	— 41″,3	— 32″,4
größte	99″,	328″	330″,2

Daher betragen im Durchſchnitt genommen die Senkungen oder Depreſſionen des Morgens am meiſten, des Abends am wenigſten; dagegen umgekehrt die Erhebungen des Morgens geringer, des Abends ſtärker ſind. Die größte Erhebung und Erniedrigung ſind zuſammen 528″ + 28″ = 10′,16″, um ſo viel ſcheint man folglich bey geometriſchen Höhenmeſſungen feh-

fehlen zu können, wenn man ſie auf gerade wohl unternimmt, und keine Merkmahle zur Verbeſſerung wegen der jedesmaligen Beſchaffenheit der Strahlenbrechung hat.

2. Was die Spiegelung mit umgekehrten Bildern unterhalb der Gegenſtände betrifft, ſo fand dieſe Erſcheinung bey Gegenſtänden, die über einer Waſſerfläche fort geſehen wurden, ſehr oft ſtatt. Faſt immer, wenn das Haus ſich auf Hochſand ſpiegelte, war es mit den beyden Pfählen in gleicher Höhe, oder unter der Kopffläche des öſtlichen Pfahls geſenkt, ſelten um 1 bis $1\frac{1}{2}$ und nie über 2 Zoll darüber erhaben. Umgekehrt waren alle Erniedrigungen und Spiegelungen des Hauſes und anderer entlegener Gegenſtände über dem Waſſer her begleitet, ſo daß man das Haus ſelbſt und zugleich ein deutliches umgekehrtes Bild unter demſelben ſah.

Wenn dieſe Erſcheinung wirklich auf Strahlenbrechung beruht, ſo läßt ſich wohl nicht annehmen, daß zwey Lichtſtrahlen, welche von Einem Punkte des Objekts ausgehen, in ſenkrechter Ebene bleiben, und in Einem Punkte, nämlich im Auge, wieder zuſammen kommen, folglich zwey Lichtſtrahlen, die ſich in ihrer ganzen Bahn nicht weit von eiander entfernen können, eine entgegengeſetzte Brechung leiden, und der eine aufwärts der andere herabwärts gebrochen werden ſollte. Vielmehr ſind dann höchſt wahrſcheinlich ſowohl die Strahlen, durch welche man den entlegenen Gegenſtand, als die, durch welche man das Bild ſieht, unterwärts gebogen, nur dieſe mehr als jene, ſo daß auch das Objekt eine abſolute Erniedrigung in Vergleich der horizontalen Strahlen, durch die es ſonſt geſehen wird, erleidet.

Da

Da nun, ſo oft das Haus auf Hochſand in oder unter der pro baſi angenommenen Linie erſchien, oder eine Spiegelung unterwärts ſtatt fand, ſo war dieſe Linie nicht gerade, ſondern ein wenig unterwärts gekrümmt, und der weſtliche Pfahl ſtand etwas höher, als es die gerade Linie durch den Firſt und den vordern Pfahl erfordert hätte. Denn da noch bey $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll Hebung verſchiedentlich eine Spiegelung unterwärts ſtatt fand, ſo möchte die Scheitelplatte des weſtlichen Pfahls, oder der Nullpunkt, um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll zu hoch geſtanden haben.

3. So wie Erniedrigungen mit einer Spiegelung unterwärts, ſo ſind ſehr ſtarke Erhebungen auch mit einer Spiegelung oberwärts begleitet. Doch iſt dieß Phänomen mit deutlichen vollſtändigen Bildern ſehr ſelten, und es wurde in 3 Monaten nur 9 mal wahrgenommen; mit unkenntlichen und verworrenen Bildern iſt es häufiger, und bey jeder außerordentlichen Hebung, heißer Luft u. ſ., vorhanden.

Das Bild des Waſſerhorizonts erſcheint dabey zu oberſt in vollkommen gerader Linie, an welcher die Bilder der Häuſer, Ufer, Hügel, Mühlen, Bäume u. ſ. f. unterwärts umgekehrt, wie bey der vorigen Art von Spiegelung, hängen. Zuweilen trennt ein Luftſtreifen das verkehrte Bild von dem darunter ſtehenden Gegenſtande; doch ſtoßen häufiger Bild und Gegenſtand zuſammen, und vermiſchen ſich ſo, daß keins von beyden kenntlich iſt, und das Ganze wie eine hohe Seeküſte, mit vielen ſenkrechten Strichen, erſcheint.

Da es bey dieſer Spiegelung oberwärts außer Zweifel iſt, daß die Strahlen des Gegenſtandes und

des Bildes beyde durch Brechung aufwärts gekrümmt werden müſſen; ſo läßt ſich dadurch die Brechung niederwärts bey der untern Spiegelung analogiſch beſtätigen.

4. Die Bilder der Spiegelung unterwärts ſind ſehr unbeſtändig und wandelbar; ſie werden bald größer und kleiner, bald in Stücken getrennt, und ſie ſind zuweilen eine Zeitlang in ſteter Bewegung. Ihre ganze Dauer iſt ſelten über 2 Stunden von 3 bis 5 Uhr, oder 4 bis 6 Uhr Abends. Bey den beyden Spiegelungen, oberhalb und unterhalb, iſt noch folgender optiſcher Betrug zu bemerken: bey der zweyten erſcheinen die Gegenſtände ſelbſt ſehr erhaben, und in der Luft zu ſtehen, ſie ſind aber in der That niedriger, als zu jeder andern Zeit; bey der erſtern hingegen ſcheinen die Gegenſtände ſelbſt ſehr niedrig zu ſeyn, und kaum etwas über dem Horizont, der ſelbſt ſehr erhaben iſt, hervorzuſtehen. Der ganze Gegenſtand iſt aber in der That bey dieſem Phänomen außerordentlich erhaben, obwohl, wie es ſcheint, zuweilen die untern Theile verhältnißmäßig mehr als die höhern, da denn der Gegenſtand niedergedruckt erſcheint. Ob aber bey dieſer Spiegelung oberwärts eine unregelmäßige Strahlenbrechung, vermöge welcher die Strahlen von den untern Theilen des Gegenſtandes die von den obern durchkreuzen, vorgehe, oder überhaupt möglich ſey, und ob dabey ein vollkommenes Bild entſtehen könne; über alles dieß kann Woltmann für jetzt nichts entſcheiden.

5. Mit ſüdlichem und weſtlichem Winde und bey niedrigem Barometerſtande war die Erhöhung der Gegenſtände in der Regel ſtärker, als bey nördlichem und öſtlichem Winde und hohem Barometerſtande,

ſtande, und unter dieſen letzten Umſtänden geht die irdiſche Refraktion nicht ſelten in wirkliche Erniedrigung mit Spiegelung herabwärts über. Doch iſt das Barometer bey dieſer Regel zuverläſſiger, da ſie in Hinſicht des Windes häufige Ausnahmen leidet. Trockene Luft vermindert die Erhöhung der Gegenſtände, feuchte Luft vermehrt ſie, daher die Spiegelung unterwärts häufiger bey trockener als bey feuchter Luft ſtatt hat. Den ſtärkſten untrüglichſten Einfluß auf die Refraktion hat aber die Wärme. In den beyden Monaten September und Oktober wurde täglich Morgens, Mittags und Abends die Temperatur des Elbwaſſers und der Luft nahe über der Waſſerfläche beobachtet, und es ergab ſich aus dieſen Beobachtungen, daß allemal, wenn das Waſſer 2° Fahrenheit, oder mehr, wärmer als die Luft war, eine Erniedrigung der Strahlen, die ſich über die Waſſerfläche erſtreckten, und eine Spiegelung herabwärts ſtatt fand. War hingegen das Waſſer um 2° Fahrenheit kälter als die Luft, ſo fand Hebung der Strahlen und nie Senkung ſtatt. Dieſe Regel litt während zweymonatlicher Beobachtung, und bey mehr als 150 Beobachtungen keine einzige Ausnahme. Setzt man aber ſtatt 2° nur 1°, ſo finden ſich davon einige wenige Ausnahmen.

Auch ohne Thermometer kann man oft entſcheiden, ob das Waſſer oder die Luft wärmer iſt. Bey jedem Froſte iſt ſo z. B. die Luft kälter als 32°, indeß das Waſſer nicht leicht kälter werden kann, ohne ſich in Eis zu verwandeln. Eis und Schnee ſind beym Froſtwetter wärmer als die Luft, und deshalb findet bey ſolchem Wetter die irdiſche Refraktion in der gewöhnlichen Bedeutung allemal ſtatt. Beym

Aufthauen hingegen iſt die Luft wärmer als die Erdfläche, mithin iſt eine wirkliche Hebung der Gegenſtände vorhanden. Im Allgemeinen iſt die Luft im Frühlinge wärmer, im Herbſt und Winter kälter, als das Meer. Im Sommer wechſelt dieſes nach den Tagszeiten ab; des Morgens iſt das Waſſer, Mittags und Abends hingegen, ſo lange die Sonne ſcheint, die Luft wärmer, wiewohl ſich hierin nach Verſchiedenheit des Windes und des Barometerſtandes Ausnahmen zeigen. Herr Woltmann dehnte ſeine Beobachtungen auch auf Gegenſtände aus, von welchen die Strahlen längs einer mit Pflanzen bewachſenen Erdfläche fortgingen. Er fand hiebey eine völlige Uebereinſtimmung in der Brechung der Strahlen, die über Waſſer und Land ſtreichen. Der Strahl krümmt ſich allemal ſo, daß er nach der wärmſten Seite zu convex iſt, und die Refraktion iſt deſto größer, je größer die Wärmeverſchiedenheit zwiſchen beyden Materien iſt.

Iſt der Himmel den ganzen Tag bedeckt, oder der Erdboden bey heiterer Luft ſo feucht, daß die Pflanzen ſich durchs Verdunſten abkühlen; ſo iſt es möglich, daß die Refraktion den ganzen Tag über aufwärts convex bleibt. Werden aber Strahlen, die über den feſten Boden hingehen, des Morgens herabwärts convex gekrümmt, ſo muß dieſe Depreſſion gegen Mittag noch zunehmen, oder wenigſtens beſtehen bleiben. Beobachtet man Morgens und Abends Depreſſion, ſo iſt ihre Dauer auf dem feſten Lande an dieſem Tage keinem Zweifel unterworfen, weil ſie hier um Mittag allemal zunimmt; auf der See wird nicht ſelten die Hebung um Mittag am größten.

Sieht man die Sonne oder den Mond auf- oder untergehen, ſo giebt ihre Geſtalt ein untrügliches Merk-

Merkmal, ob Hebung oder Senkung ſtatt findet. Im letzten Falle erſcheint die Sonne- oder Mondſcheibe nicht rund, ſondern in die Länge gezogen. Ein Theil derſelben ſpiegelt ſich unterwärts, das umgekehrte Bild kann $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ des Durchmeſſers betragen, und es iſt, als ob an dem auf- oder untergegangenen Theile der Anfang einer andern Scheibe angeſetzt wäre.

In Ermangelung anderer Gegenſtände kann die Spiegelung der Atmoſphäre ſelbſt ein Merkmal der Depreſſion abgeben. Oft, und meiſt beym heitern Sonnenſcheine, ſieht man rings umher an der Grenze des Horizonts eine ſcheinbar wellenförmige Bewegung der Luft, wobey der Geſichtskreis mehr als gewöhnlich eingeſchränkt iſt. Dieſe Wellen ſind keine wirkliche Luft, da man keinen Stoß von ihnen fühlt, ſondern Bilder der Wellen, die den Wanderer ringsum begleiten, aber immer vor ihm fliehen. Ein kleiner niedriger Streifen der Atmoſphäre ſpiegelt ſich, ſo daß der unterſte Theil des Bildes zum obern Theile des abgeſpiegelten Streifen gehört, und in dieſem Theile des Bildes iſt die ſcheinbare Aeſtuation.

Der Herr Baudirector Gruber hat als einen Anſatz zu des Herrn Woltmanns Abhandlung eine Theorie der mit Spiegelung verbundenen Senkung und Hebung der Objekte am Horizonte mitgetheilt. Weil die Depreſſion ſammt ihrer Spiegelung abwärts nur alsdann ſtatt hat, wenn die Fläche, worüber ſie geſchieht, wärmer als die Atmoſphäre iſt; ſo muß man ihre Urſache in der durch Wärme abwärts ſich verdünnenden Luft aufſuchen, und Waſſerdünſte können nur, in ſo fern ſie der wärmern Luft mehr Ausdehnung und Spannung geben, etwas dazu beytragen. Hiebey kömmt aber die natürliche Zunahme der Temperatur

peratur in niedern und dichtern Luftregionen, ſofern ſie dichter ſind, nicht in Betracht, ſondern bloß die höhere Temperatur in den unterſten Luftſchichten und der darunter liegenden Fläche, durch welche dieſe Schichten dünner als die darüber ſtehenden werden, und ſich von oben herabwärts bis zur erwärmten Fläche verdünnen.

Unter dieſer Vorausſeßung iſt die Theorie der Depreſſion und der Spiegelung abwärts eine Folgerung aus dem dioptriſchen Grundſaße, daß die Brechung aus dem dichtern in das dünnere Mittel vom Perpendikel abwärts geſchieht, ſo daß der Brechungswinkel größer als der Einfallswinkel wird. Was Newton von der krummen Refraktions- und Reflexionslinie der gemeinen Spiegelung ſage: ſi attractio vel impulſus ponatus uniformis, erit ex demonſtratis *Galilei* parabola, gelte hier aus derſelben Urſache nur, daß hier der Refraktionsraum endlich, dort unendlich klein ſey, daher der Strahlengang der Spiegelung in ſehr großen, bey der gemeinen Spiegelreflexion dagegen in unendlich kleinen Parabeln beſtehe. Da die Luft abwärts dünner werde, ſo müßten die tiefer kommenden Strahlen ſtärker gebrochen, und daher unter kleinern Winkeln als die obern reflektirt, mithin die untern Parabeln abwärts convexer als die obern werden. Da nun aus jedem Punkte des Objekts Strahlen nach allen Richtungen ausfahren, ſo ſey es möglich, daß mehrere Strahlen deſſelben Punkts in der Vertikalebene durch das Auge mittelſt verſchiedener Brechungen ins Auge kommen. Machten ſie hier aber einen Winkel, ſo ſehe man den Punkt, aus dem ſie kämen, doppelt, nach ihren Tangenten, einer über dem andern.

So

So lange die Strahlen dabey, ohne ſich zu durchkreuzen, ins Auge kämen, erſcheine das Objekt jedesmal aufrecht und in ſeiner natürlichen Lage. Durchkreuzten ſie ſich aber, ſo ſehe man den Gegenſtand verkehrt. Man könne dieß ein Bild nennen, wiewohl faſt alles, was nicht durch gerade Linien geſehen werde, ein Bild heißen könnte. Wenn ſich das Objekt in den Raum der wachſenden Refraktion einſenke, ſo könne es eben darin in ſeinem umgekehrt reflektirten Bilde verkürzt erſcheinen. Hierin unterſcheide ſich die Spiegelung abwärts weſentlich von der gemeinen auf ebenen Flächen, wo alle Reflexionsſcheitel in derſelben Ebene lägen.

Aus dieſer Theorie ſucht Gruber die vorzüglichſten Beobachtungen bey der Depreſſion der Gegenſtände, und deren untern Spiegelung zu erklären.

1. Die aufrecht ſtehenden Gegenſtände werden niedergedruckt, weil der ganze Sehewinkel wegen des abwärts gekrümmten Strahlengangs ſich ſenkt.

2. Sie verlängern ſich nach unten, weil mehrere Strahlen derſelben Punkte, die verſchiedentlich gebrochen zum Auge gelangen, die Punkte zu Linien verlängern. Beydes iſt die Urſache, warum die Gegenſtände näher zu kommen ſcheinen; denn was man tiefer und verlängert ſieht, hält man für näher.

3. Die umgekehrt reflektirten Bilder werden abwärts verkürzt, weil die ſtärkere Refraktion abwärts die Brechungswinkel verkleinert, und dieſe Verkürzung muß um ſo ſichtbarer ſeyn, je mehr die Punkte der aufrecht ſtehenden Objekte oben verlängert werden.

4. Die Grenze der aufrecht ſtehenden Gegenſtände und ihrer verkehrten Bilder iſt auch die Grenze der Verlängerung der Punkte oberwärts, und der Verkürzung der Linie unterwärts. Sie iſt nie ſcharf begrenzt, weil da die Refraktionen und Reflexionen in einander fließen, und ſich um ſo mehr vermiſchen, je größer der Unterſchied der Dichtigkeit oder Wärme über und unter der Grenze iſt.

Die Hebung der Gegenſtände anlangend, ſo iſt dieſe zwar ſicher eine Wirkung der gemeinen Strahlenbrechung, allein die Spiegelung unterwärts ſcheint nicht von dieſer Urſache herzurühren. Denn um ein umgekehrtes, obgleich verwirtes Bild hervorzubringen, müſſen ſich die Strahlen in ihrem Gange durchkreuzen, welches bey dem gewöhnlichen Zuſtande der Atmoſphäre nie der Fall iſt. Da dieſe Spiegelungen oberwärts nur bey außerordentlichen Hebungen, anfangs etwas genauer, dann aber mit lothrechten undeutlichen Streifen nach den Gegenſtänden herab verlängert wahrgenommen werden; ſo läßt das auf eine größere Erwärmung und darauf beruhende Verdünnung der Luftſchichten, worin die Spiegelung vor ſich geht, ſchließen, wodurch die Strahlen, welche aufwärts convex ſind, noch ſtärker gebogen, und dadurch wieder zu einer dichten darunter befindlichen Luftſchicht herabgebracht werden. Bey größerm Unterſchiede der Dichtigkeit, und größerer Höhe der Luftſchichten, müßten daher die Strahlen ſtärker gekrümmt werden, und hieraus läßt es ſich erklären, wie ſich Strahlen in dieſem Falle durchkreuzen können, welches, ſo oft eine Spiegelung aufwärts erſcheint, nothwendig der Fall ſeyn muß.

Die

Die Verlängerung der verkehrten Bilder gegen die darunter ſtehenden Gegenſtände durch lothrechte Streifen, wodurch die Spiegelung undeutlich werde, zeige offenbar, daß die untern Strahlen des Bildes, wenn ſie in das Auge kommen, wieder mehr von der ſenkrechten Linie als die obern abweichen, und entweder in ihrem zweyten herabgehenden Aſte noch einmal und zwar nach unten gekrümmt würden, oder nach ſtärkern Linien fortgingen; doch ſo, daß ſie ſich kreuzten, da ſie eine Spiegelung, obſchon verwirrte, bewirkten. Beydes ſey aber durch einen ordentlichen paraboliſchen Strahlengang ſchwer zu erklären.

Aehnliche Erſcheinungen über ſehr ungewöhnliche Horizontalrefraktionen führen Sam. Vince[f]) und William Nathan[g]) an.

Nach Herrn Hube[h]) ſollen dieſe Erſcheinungen von der brennbaren Luft herrühren, welche ſeinem Syſteme gemäß in großer Menge in die Atmoſphäre aufſteigt, und Wolken und Regen veranlaßt.

Ueber die Weite oder die Grenzen des Sehens überhaupt macht Herr Adams einige Bemerkungen, welche noch angeführt zu werden verdienen. Befindet ſich das Auge im Dunkeln, ſo erkennt es die Gegenſtände bey einem geringen Grade von Helligkeit. Gewiſſen Rechnungen zu Folge würde ein Gegenſtand, welchen wir bey Tage in einer Entfernung ſehen können, die 3436 mal ſo groß als ſein Durchmeſſer iſt, bey

f) Philoſoph. Tranſact. for 1799. p. 13. ſq.

g) Ibid. for 1798. p. 357-360.

h) Vollſtänd. und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. Brief. 30.

bey Nacht in einer hundertmal größern Entfernung noch ſichtbar ſeyn, wenn er eben ſo helle bliebe. So ſehen wir den ſchwachen Schein eines Lichts in einer dunkeln Nacht ſehr weit, ſo wie die Sterne am Himmel, welche das Tageslicht verdunkelt, oder auch die Sonnenſtäubchen in einem dunkeln Zimmer, welche bey völliger Erleuchtung deſſelben von der Sonne verſchwinden. Außerdem wird die Stärke des Sehens durch fremdartige Theile, die in der Luft ſchweben, und durch die Dünſte in derſelben eingeſchränkt, indem dieſe das Licht auffangen. Daher ſcheinen die Himmelskörper am Horizonte ein ſchwächeres Licht zu beſitzen, weil ſie durch den ganzen Theil der Atmoſphäre geſehen werden, der an der Erde liegt. Berge und Hügel, welche in einer ſehr großen Entfernung bey einem heitern Morgen ſichtbar waren, verſchwinden nach und nach unſerm Auge, wenn bey vorruckendem Tage mehr Dünſte in die Höhe ſteigen. Vorzüglich wird die Deutlichkeit des Sehens durch die wellenförmige Bewegung der Dünſte geſchwächt, welche den Objekten eine gleich zitternde Bewegung mittheilt, und durch das Fernrohr noch merklicher wird. Noch ein anderer Umſtand, welcher auf die Weite des Sehens Einfluß hat, iſt die Größe des Gegenſtandes in Vergleichung mit ſeiner Entfernung. Wenn die Gegenſtände nicht für ſich leuchtende Körper ſind, ſo muß ihr Bild, um merklich zu werden, eine gewiſſe Größe auf der Netzhaut beſitzen. Befinden ſich Gegenſtände auf einem Grunde von anderer Farbe, ſo ſind ſie unter einem weit kleinern Winkel ſichtbar, als die Theile eines zuſammengeſetzten Objekts. Hiebey kommt es vorzüglich auf den Grad der Helligkeit an. So können bey einem geringen Grade mehrere an einander grenzende Gegenſtände ſelbſt unter einem beträchtlich großen

Sehe-

Sehewinkel kaum von einander unterſchieden werden. Wenn auch ein Objekt nach der einen Richtung zu klein iſt, um erkannt zu werden, ſo kann es doch nach einer andern Richtung, bey welcher es ſich merklich ausdehnt, ins Auge fallen. So ſieht man eine lange dünne Stange noch in einer Entfernung, in welcher man ein Viereck von gleicher Breite nicht mehr ſieht. Aus dieſer Urſache läßt ſich ein kleiner Gegenſtand eher bemerken, wenn er ſich bewegt. Ein kleiner Stern, den man bey Tage oder in der Dämmerung kaum erkennt, wird bemerkbar, wenn man das Fernrohr hin und her bewegt. Uebrigens hängt in allen dieſen Fällen das meiſte von der Beſchaffenheit des Auges ab; einige ſind gegen die Eindrücke des Lichts empfindlicher, als andere.

Eine Sache ſieht man **deutlich**, wenn ihre Grenzen beſtimmt erſcheinen, und die Farbe und Lage ihrer Theile genau erkannt werden kann; **hell** hingegen, wenn von ihr Licht genug ins Auge kommt, um erkannt und von andern Sachen unterſchieden zu werden. Man muß beydes wohl von einander unterſcheiden. In Anſehung der Helligkeit kommt es 1. auf die Lichtmenge an, welche von dem Gegenſtande auf den Augenſtern fällt, 2. auf die Farbe ſowohl des Objekts ſelbſt als der daſſelbe umgebenden Körper, 3. auf die Art und Weiſe, wie das Licht auf das Objekt fällt, oder von demſelben reflektirt wird, 4. auf die Weite des Augenſterns, 5. auf die Reinheit und Durchſichtigkeit der Feuchtigkeiten des Auges und der geſunden Beſchaffenheit der übrigen zum Sehen erforderlichen Theile, und 6. auf die Durchſichtigkeit des Dunſtkreiſes. Zum deutlichen Sehen wird auch eine hinreichende Helligkeit des Gegenſtandes, gehörige Größe

des

des Bildes und geſunde Beſchaffenheit des Auges erfordert. Die Weite des deutlichen Sehens hat einen gewiſſen Umfang, d. i. man ſieht deutlich, wenn gleich die Vereinigungspunkte der Strahlen ein wenig vor oder hinter die Netzhaut fallen, und je größer das Objekt iſt, deſto größer kann die Entfernung ſeyn. Dieß beweiſet man durch folgenden Verſuch. Man bringe ein gedrucktes Blatt, auf welchem Buchſtaben von drey bis vier verſchiedenen Größen vorkommen, in eine ſolche Entfernung, daß das Auge ohne Anſtrengung ſie alle deutlich ſieht, nun läßt ſich annehmen, daß jetzt gerade ihre Bilder auf der Netzhaut liegen. Bringt man nun das Blatt dem Auge immer näher und näher, ſo fängt zuerſt der kleinſte Druck an, undeutlich zu werden, indeß der größere noch deutlich bleibt; rückt man es noch näher, ſo wird nun der zunächſt größere Druck undeutlich u. ſ. w.

Der Grund hievon liegt darin, daß bey kleinen Objekten die Zerſtreuungskreiſe weit eher ein merkliches Verhältniß zu der Größe der Objekte ſelbſt und zu ihren Entfernungen von einander erhalten. Ein großer Druck wird bey gleichen Zerſtreuungskreiſen zwar ſchlechter begrenzt, aber immer noch deutlich genug geſehen, wenn bey einem kleinern der Zerſtreuungskreis des einen Buchſtabenſchon in den Zerſtreuungskreis des andern hineingreift.

Die gewöhnliche Entfernung des deutlichen Sehens iſt nicht leicht anzugeben. Wenn man die kleinſte Entfernung auf 7 bis 8 Zoll rechnet, ſo iſt dagegen diejenige, in welcher wir gemeiniglich einen großen und ſchönen Druck leſen, 15 bis 16 Zoll; viel größer kann man ſie aber nicht ſetzen, da wir doch immer bemüht ſind, Objekte, die wir genau anſehen wollen,

nahe

nahe ans Auge zu bringen, ausgenommen, wenn ſie ſehr groß ſind, und viel auf einmal zu überſehen erfordern. Uebrigens wird von einem Objekte allemal derjenige Theil am deutlichſten geſehen, auf welchen die Augenaxe gerichtet iſt.

Eine andere merkwürdige Erſcheinung nahm der Herr von Arnim[i]) auf eine zufällige Art wahr. Er ſahe nämlich nach einem Lichte durch eine Glasröhre, die an der einen Seite weit war und an der andern ſich in eine enge Oeffnung endigte. Er war ſehr überraſcht, als er das andere Auge öffnete, das Licht doppelt, und die beyden Bilder in einer beträchtlichen Entfernung von einander zu ſehen. Er bemühte ſich vergebens, dieſe Erſcheinung irgendwo aufgezeichnet zu finden. Dieß beſtimmte ihn, ſie genau zu betrachten.

1. Sie fand ſich nicht bey einem leuchtenden Körper allein, ſondern bey einem jeden andern; 2. ſie war nicht Folge eines mechaniſchen Drucks auf das Auge; denn er konnte die Röhre zwey Fuß vom Auge entfernt halten, und die einzige begleitende Veränderung war, daß die beyden Bilder näher an einander ruckten; 3. ſie war nicht in der beſondern Beſchaffenheit einer Seite der Röhre gegründet; denn es hatte keinen Einfluß, wie er auch die Röhre verſchieben mochte. Auch an der Durchſichtigkeit lag es nicht; denn er konnte ſie unbeſchadet von innen und außen mit Papier verkleben. Auch war nicht allein dieſe Röhre dazu geſchickt, ſondern jede andere, die nur 2 bis 3 Linien im Durchmeſſer hatte; 4. ſelbſt die Röhre war nicht nothwendig, ſondern wenn er eine Oeffnung von 1 Linie im Durchmeſſer in Papier ſchnitt, und mit

i) Gilberts Annalen der Phyſik. B. III. S. 249. ff.

mit dem einen Auge durch dieſes, mit dem andern unmittelbar nach einem Buchſtaben ſah, ſo erſchien dieſer doppelt. 5. Dieſe Erſcheinung iſt nicht vorübergehend, ſie bedarf auch keines Kunſtgriffs, um zu gelingen, und findet für beyde Augen ſtatt. 6. Das Bild in der Röhre liegt immer nach der Seite des Auges, welches nicht durch die Röhre ſieht; und nimmt man zwey Röhren, eine vor jedes Auge, ſo ſcheinen ſich die Röhren zu durchſchneiden; und ſchließt man dann das erſte Auge, ſo verſchwindet das Bild von der linken Seite und umgekehrt. 7. Das Bild in der Röhre iſt unverändert; es iſt nur trüber, und man ſetzt es daher in eine etwas größere Entfernung. 8. Man zeichne zwey willkührliche Figuren in einer kleinern Entfernung von einander, als in welcher beyde Augen von einander ſtehen, verſtecke die nächſte für das eine Auge durch ein Holzſtück, die andere für das andere Auge durch ein zweytes Holzſtück; ſo wird, wenn immer nur ein Auge geöffnet wird, die erſte Figur dieſſeits des erſten Holzſtücks, die andere dieſſeits des zweyten liegen. Werden hingegen beyde Augen geöffnet, ſo fällt die erſte jenſeits des erſten, die andere jenſeits des andern, und beyde Holzſtücke ſcheinen zuſammenzufallen. 9. Einen Buchſtaben ſahe er durch ein Glas, welches etwa ums Doppelte vergrößerte, mit dem einen und zugleich auch mit dem andern unbewaffneten Auge an; es ſtellten ſich zwey Bilder dar, von welchen das vergrößerte nach der Seite des unbewaffneten Auges lag, ungeachtet es ſelbſt, was merkwürdig war, entfernter zu liegen ſchien, als das andere. 10. Er wählte nun ein ungefähr eben ſo viel verkleinerndes Glas, und fand ebenfalls die Verdoppelung der Bilder; eben ſo lag auch jetzt das verkleinerte Bild auf der Seite des unbewaffneten Auges, und das verklei-

nerte Bild ſchien näher zu liegen. Unſer Urtheil über die Entfernung in dieſem und dem vorhergehenden Falle werde durch die Deutlichkeit beſtimmt, daher auch das größere entfernter ſchiene. 11. Wenn er dagegen durch eine ſehr ſtark vergrößernde oder verkleinernde Glaslinſe irgend etwas ſah, ſo blieb nie ein Bild, wenn auch beyde Augen nach dem Gegenſtande gerichtet waren, und er konnte willkührlich bald das veränderte, bald das unveränderte Bild durch eine Veränderung, die, nach dem Gefühle, im Innern des Auges vorging, ſehen.

Die letztere Erſcheinung erklärt von Arnim ſo: Wir ſehen hier den Gegenſtand durch die Wirkung der Glaslinſe in einer von der wahren verſchiedenen Entfernung. Da nun das Bild eines entfernten Gegenſtandes nicht ſo weit hinter die Kryſtalllinſe als das Bild eines nähern fällt, zum deutlichen Sehen aber erfordert wird, daß die Spitze des Strahlenkegels auf die Netzhaut fällt; ſo hat die Kryſtalllinſe das Vermögen, nach dem jedesmaligen Gebrauche ihre Krümmung zu ändern. Da wir aber wahrnehmen, daß alle innere Bewegungen des Auges, Stellung der Axe u. ſ. w. von beyden Augen zugleich und gemeinſchaftlich gemacht werden; ſo läßt ſich auch auf ein gemeinſchaftliches Zuſammenziehen der Kryſtalllinſe ſchließen. Iſt aber dieß der Fall, ſo wird bey einem beträchtlichen Unterſchiede der Gegenſtand für das unbewaffnete Auge nicht ſichtbar ſeyn, inſofern er es für das bewaffnete wird, und umgekehrt.

Alle übrige Beobachtungen ließen ſich eben ſo leicht aus angenommenen Bedingungen und Geſetzen des Sehens und des Lichts, aus der Beugung deſſelben und aus der Ortsveränderung der Gegenſtände,

ſtände, die nicht im Horopter liegen, erklären. Das Licht, oder jeder andere Gegenſtand, worauf wir ſehen, liege hier im Horopter, alſo alles andere dieſſeits oder jenſeits; ſo auch die Röhre, das Glas, das Papier, durch welches wir den Gegenſtand ſehen. Die Deutlichkeit und Größe des Gegenſtandes werden durch Beugung in der Röhre und dem Papiere, durch Brechung im Glaſe verändert, der Gegenſtand wird vergrößert oder verkleinert, dunkler oder heller. Die beyden Bilder ſind daher verſchieden, und wir müſſen ſie an verſchiedene Orte ſetzen; da aber das mit bloßen Augen geſehene im Horopter liegt, ſo kann das andere nicht darin liegen, ſondern es muß in der Richtung der ebenfalls nicht im Horopter befindlichen Röhre, des Glaſes oder Papiers ſeyn, und wird ſo auf einen dem andern nicht correſpondirenden Punkt der Netzhaut fallen. Hieraus ſcheine die Erklärung aller beſchriebenen Verſuche unmittelbar zu folgen.

Durch die Beugung an einem Körper, der nicht im Horopter liegt, läßt ſich auch, wie er glaube, die von Scheiner zuerſt beobachtete Verdoppelung eines Lichts in demſelben Auge, wenn es durch eine Karte ſieht, in welcher mehrere Löcher geſtochen ſind, leichter als nach la Motte erklären. Auch erkläre es ſich, wie Rochon, durch Zuſammenſetzung von Glasplatten von verſchiedener Brechbarkeit, einen künſtlichen verdoppelten Kryſtall habe hervorbringen können, und warum Trunkene, und andere, denen ein Auge voll Waſſer ſtehe, ohne Verrückung der Augenaxe etwas doppelt ſehen könnten.

In allen oben erwähnten Stellungen würde ein Gegenſtand immer von beyden Augen deutlich geſehen; dieß ſey der von Gaſſendi und ſpäter von Mönnich ver-

vertheidigten Behauptung der relativen Ruhe des einen Auges, wenn gleich beyde nach Einem Gegenſtande gerichtet ſind, wenigſtens in ſo fern entgegen, daß doch beym erſten Anſchauen eines Gegenſtandes beyde Augen thätig ſeyen. Sonſt würde, wenn man einen Gegenſtand durch jene Röhren betrachte, und nun das andere Auge öffne, die Verſchiedenheit nicht wahrgenommen werden können. "Wenn ich, ſagt Mönnich, beyde offne Augen auf einen und denſelben Gegenſtand richte, ſo iſt die Richtung des einen Auges von der des andern verſchieden." Dieß ſey aber der Erfahrung gar nicht gemäß, nach welcher die beyden Augenaxen ſich immer unter demſelben Winkel nach einem Gegenſtande richteten.

Die Verſuche, welche Mönnich anführe, bewieſen alſo nur, daß es bey einigen Menſchen der Fall ſey, daß ſie gewöhnlich nur mit Einem Auge ſehen. Der erſte Verſuch: über einen Gegenſtand, der von einem andern dazwiſchen ſtehenden gedeckt, mit beyden Augen nicht geſehen werde, und hervortrete, wenn man ein Auge zuhalte, der, wie er ſelbſt ſage, nicht Allen gelinge, hatte keinem von denen, die von Arnim um Wiederholung bat, gelingen wollen. Wenn dabey nicht ein Irrthum ſtatt gefunden, daß die Axe des einen Auges beym Zumachen des andern die Lage verändert habe, ſo ſey wenigſtens dieſer Erfolg ganz ſubjektiv.

Eben ſo wenig laſſe auch der Erfolg der Janinſchen Verſuche eine allgemeine Folgerung zu. Janin ſahe nämlich durch Brillen von verſchieden gefärbten Gläſern nach einem Gegenſtande, und ſah dieſen von der Farbe, die aus dem Vorhalten beyder Gläſer vor dem Auge entſteht; es wurde z. B. aus

Blau und Gelb, Grün; aus Blau und Roth, Violet. Herr Walther wiederholte dieſe Verſuche mit gleichem Erfolge, aber Herr Mönnich ſah immer nur eine der beyden Farben und höchſtens nur einen vermiſcht gefärbten Ring. Von Arnim hat ebenfalls dieſe Verſuche wiederholt, und ein dem Janinſchen völlig entſprechendes Reſultat erhalten. So weit er die Gegenſtände mit beyden Augen ſehen konnte, hatten ſie die Farbe der Vermiſchung; der Gegenſtand hingegen, der nur mit einem Auge geſehen wurde, die Farbe des vorgehaltenen Glaſes.

Hieraus folge, daß es noch völlig unerwieſen ſey, daß beym größern Theile der Menſchen gewöhnlich eine relative Ruhe des einen Auges ſtatt finde, daß vielmehr Verſuche dagegen ſeyen; daß hingegen die Verſuche, die bisher zum Beweiſe dienten, nur in der ausgezeichneten Beſchaffenheit der Augen einzelner Menſchen gegründet waren.

Noch hat Herr Young einige hieher gehörige optiſche Fragen beantwortet. Die erſte iſt: welches iſt die Urſache der Strahlungen, die wir an einer Lichtflamme wahrnehmen, wenn wir ſie mit blinzenden Augen betrachten? Weil die bemerkbarſten Strahlungen diejenigen ſind, welche von unten divergiren, und wovon jede mit einer Vertikallinie einen Winkel von etwa 7 Grad bildet; und weil dieſer Winkel demjenigen gleich iſt, welchen die Ränder der Augenlieder beym Schließen mit einer Horizontallinie machen; ſo folgerte Herr Young, daß dieſe Strahlungen durch Reflexion des Lichts von dieſen flachen Rändern der Augenlieder hervorgebracht werden. Die Seitenſtrahlungen werden durch dasjenige Licht bewirkt, welches von den Seitentheilen des Pupillenrandes reflektirt wird,

wird, während der obere und untere Theil der Pupille durch die Augenlieder bedeckt ſind.

Die andere Frage iſt dieſe: Wodurch ſcheinen Funken zu entſtehen, wenn das gedrückte Auge im Dunkeln gerieben wird? Wenn man das Auge mit dem breiten Theile eines Fingers auf den opaken Theil etwas drückt, ſo wird dadurch ein kreisförmiges Bild an derjenigen Stelle, welche der gedruckten gegen über liegt, verurſacht; das Licht des Discus iſt ſchwächer, als das des Umfanges. Bewerkſtelligt man hingegen den Druck mit einer ſchmalen Fläche, wie z. B. mit dem Knopfe einer Stecknadel oder eines Nagels, ſo iſt dieß Bild ſchmal und hell. Wird der vordere Theil des Auges zu wiederholten malen gedruckt, ſo daß dadurch eine Art von ſchmerzhafter Empfindung veranlaßt wird, und ein fortdauernder Druck auf die Sclerotica ſtatt findet, während ein ununterbrochener Druck auf die Hornhaut gemacht wird, ſo bemerken wir mehrentheils äſtige Linien, welche einiger Maaßen unter einander verbunden ſind, und von jedem Theile des Geſichtsfeldes gegen einen Mittelpunkt, welcher etwas mehr nach außen und höher als die Augenaxe liegt, hinſchießen. Alle dieſe Erſcheinungen hat Herr Young aus dem Reitze der Netzhaut am gedruckten Theile herzuleiten geſucht. Das Gemüth beziehe ſich nämlich auf die Stelle, von welcher Licht, das durch die Pupille käme, auf dieſen Fleck fallen würde. Weil nun dieſer Reitz am Umkreiſe der niedergedruckten Stelle wegen der größern Dehnung am größten iſt, ſo iſt auch hier die Erſcheinung im Bilde am lebhafteſten. Erhält das Auge zu gleicher Zeit wirkliches Licht, ſo iſt alsdann nur der Umkreis leuchtend, und der Discus dunkel; würde das Auge

an dem Theile, wo das Bild erſcheint, einen Gegenſtand ſehen, ſo wird er ganz unſichtbar und verſchwindet. Die ſtärkere Reitzung durch den Druck vermiſcht alſo die ſchwächere durch wirkliches Licht. Bey der Erſcheinung, welche durch den wiederholten Druck am vordern Theile des Auges entſteht, wird aller Wahrſcheinlichkeit nach hier eine ungleiche Bewegung der verſchiedenen Stellen der Netzhaut, und folglich Reitzung derſelben hervorgebracht, welche das Urtheil erregt, das ſonſt mit der Reitzung von wirklichem Lichte verknüpft iſt [k]).

Erfindung und Verbeſſerung optiſcher Werkzeuge.

Durch die Erfindung der achromatiſchen Fernröhre ſchienen die Spiegelteleſkope etwas von ihrem Anſehen verloren zu haben, da man durch dieſe wichtige Entdeckung Vergrößerungswerkzeuge erhielt, die mit bloßen Linſengläſern eben das leiſteten, ohne eben viel länger als die Teleſkope zu ſeyn. Außerdem aber gewähren bloße Gläſer jederzeit eine weit größere Helligkeit und Deutlichkeit, als die Spiegel, weil bey der Brechung weniger Licht als bey der Reflexion verloren geht; auch ſind die Gläſer ohne Vergleichung dauerhafter als die Spiegel. Indeſſen behielten doch die Spiegelteleſkope ihren Werth, und ſie ſind von den engliſchen Künſtlern Dollond, Ramsden, Nairne, Adams u. a. eben ſo häufig verfertigt und abgeſetzt worden, als vormals.

Im Jahre 1777. theilte Mudge [l]) aus Plymouth eine Anweiſung mit, die beſte Spiegelmaſſe zuſam-

k) Betrachtungen über das Sehen; in Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 415 f.

l) Philoſ. Tranſact. Vol. LXVII. P. I. p. 196. ſqq. überſ. in

zuſammen zu ſetzen, ſie zu ſchleifen und zu poliren, und dem großen Spiegel die paraboliſche Form zu geben. Er nimmt zur Spiegelmaſſe 2 Pfund ſchwediſches Kupfer und 14½ Unzen gekörntes Zinn, wovon er zuerſt 14 Unzen mit dem Kupfer zuſammenſchmilzt, hiernächſt den Guß von neuem bey nicht mehr Hitze als dazu nöthig iſt ſchmilzt, die letzte halbe Unze Zinn hinzuthut, und einen Löffel voll Kohlengeſtübe in den Tiegel ſchüttet.

Auch Edwardts[m]) hat eine gute Anweiſung zur Verfertigung der Metallſpiegel gegeben. Er ſchlägt eine Compoſition von 32 Unzen Kupfer, 15 bis 16 Unzen gekörntes Zinn, 1 Unze Meſſing, 1 Unze Arſenik, und 1 Unze Silber vor, und polirt ſtatt der Zinnaſche mit Colrothar.

Da aber die gewöhnlichen Metallſpiegel dem nicht wohl zu verbeſſernden Fehler ausgeſetzt ſind, daß ſie bey veränderter Witterung anlaufen, und ſich ſchwer oder wohl gar nicht wieder reinigen laſſen, ſo iſt man doch von Zeit zu Zeit auf den Gebrauch der Glasſpiegel wieder zurückgekommen. Es bleibt aber doch gewiß, daß die Glasſpiegel eine gewiſſe Unvollkommenheit beſitzen. Deßwegen hat man ſich in den neuern Zeiten bemüht, eine Compoſition zu entdecken, welche dem Anlaufen nicht ſo ſehr ausgeſetzt iſt, und zugleich eine ſchöne Politur annimmt. Am beſten hat man hiezu die freylich koſtſpielige Platina gefunden.

in den Leipz. Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſch. B. I. St. 5. S. 184 u. f.

m) Directions for making the beſt compoſition &c. in Nautical Almanac for 1787. und Auszugsweiſe in Tralles phyſikal. Kalender für 1787.

den. Die Herren Morveau, Maret und Durande haben die Platina durch einen Zuſatz von 16 Theilen weiß gepulvertes Glas, 2 Theilen verkalkten Borax und 1 Theil Kohlenſtaub mit Eiſen zuſammengeſchmolzen, und daraus eine ſehr ſchöne Spiegelmaſſe erhalten. Nach den Verſuchen des Herrn Grafen von Sickingen giebt ſie auch mit $\frac{1}{4}$ Eiſen und $\frac{1}{6}$ Gold zuſammengeſchmolzen eine Maſſe, welche ſich ſehr ſchön poliren läßt, und ſelbſt von den mineraliſchen Säuren, dem Weineſſig, dem flüchtigen Laugenſalze, den Schwefeldämpfen und der Schwefelleber nicht angegriffen wird. Rinmann giebt für die beſte Compoſition der Metallſpiegel 2 Theile Meſſing, 1 Theil Kobaltkönig und 1 Theil Arſenik an.

Zu einem unerwarteten Grade von Vollkommenheit hat endlich in den neuern Zeiten der berühmte Aſtronom Friedrich Wilhelm Herſchel die Spiegelteleſkope gebracht. Er erzählt ſelbſt, daß er bey ſeinem Aufenthalte zu Bath eine geraume Zeit hindurch ſich bloß auf theoretiſche Kenntniſſe der optiſchen und mechaniſchen Wiſſenſchaften eingeſchränkt, und keine praktiſche Erfahrungen in ſelbigen gehabt habe. Dieſe erwarb er ſich nach und nach in müſſigen Stunden durch Beſchäftigungen damit, die er zu ſeinem Vergnügen und zu ſeiner Unterhaltung trieb. So verfertigte er ſich ſelbſt verſchiedene 2, 5, 7, 10 und 20 füßige Newton'ſche Teleſkope, außer andern Gregorian'ſchen von 8, 12, 18 Zoll, 2, 3, 5 und 10 Fuß Brennweite. Weil ihm damals die direkte Methode, den Spiegeln jede Figur der Kegelſchnitte zu geben, unbekannt war, ſo mußte er mehrere Spiegel von jeder Sorte vorräthig haben, um ſie ſo gut als er konnte zu vollenden, woraus er dann die beſten

durch

durch Verſuche ausſuchte, und die andern zum Wiederabſchleifen bey Seite legte. Auf dieſe Weiſe verfertigte er nicht weniger als 200 ſiebenfüßige, 150 zehnfüßige, und etwa 80 zwanzigfüßige Teleſkope, ohne die Gregorian'ſchen, oder die von der Conſtruktion des Smith'ſchen reflektirenden Mikroſkops, wovon er auch eine große Anzahl verfertigte. Die Anzahl der Geſtelle, welche er für dieſe Teleſkope ausdachte, läßt ſich nicht wohl angeben. Er entwarf und zeichnete ſie von verſchiedenen Geſtalten, und führte die aus, die ihm am meiſten zu verſprechen ſchienen. Dieſen Arbeiten verdankt man das Geſtelle zu ſeinem 7füßigen Teleſkope, das ſeit 17 Jahren zu ſeiner jetzigen ſchicklichen Einrichtung gelangte. Bey dieſem Teleſkope ließen ſich 227, 460, und 932 fache Vergrößerungen anbringen, und er entdeckte damit am 13ten März 1781. den neuen Planeten Uranus. Im Jahre 1781 fieng er an, die Zurichtung zu einem 30füßigen Teleſkop zu machen, und, nachdem er dazu eine ſchickliche Geſtalt ausgedacht und ausgeführt hatte, goß er den Spiegel, welcher 36 Zoll im Durchmeſſer hatte. Dieſer Spiegel ſprang aber beym Abkühlen, weil die Compoſition zu ſeinem Metall etwas zu ſpröde war. Er goß ihn zum zweytenmale; allein der Ofen, den er hiezu in ſeinem Hauſe erbaut hatte, wurde ſchadhaft, und das Metall lief ins Feuer. Dieſe Zufälle verzögerten ſeine Ausführung, und da die Entdeckung des neuen Planeten ihm bald nachher andere Beſchäftigungen gab, ſo ward ſein Unternehmen dieſen nachgeſetzt. Im Jahre 1783 endigte er einen ſehr guten 20füßigen Reflektor mit einer weiten Apertur, womit er in zwey Jahren eine Menge Entdeckungen am Himmel machte. Dieſes Teleſkop gab ihm Veranlaſſung, auf ſeinen erſten Entwurf

wieder zurückzukommen, und ihn noch mehr zu vergrößern. Der Präſident der königlichen Societät legte denſelben dem Könige vor, der ihn auch ſehr freygebig unterſtüzte. Auf ſolche Art faßte er nun den Entſchluß, ein 40 füßiges Teleſkop zu Stande zu bringen. Es wurde ſogleich an das Holzgeräthe zum Geſtelle und zu den Maſchinen, um dem Inſtrumente die nöthige Bewegung zu geben, Hand angelegt. Bey dem ganzen Apparate ſind nur gemeine Werkzeuge gebraucht worden. Herr Herſchel machte von jedem Theile Zeichnungen, durch die es leicht wurde, das Werk auszuführen, wobey er über die Arbeiten einer jeden Perſon die Aufſicht ſelbſt übernahm, obgleich mannichmal 40 verſchiedene Arbeitsleute dabey angeſtellt waren.

Während der Zubereitung dieſes Geſtelles zum Teleſkope fieng er die Verfertigung des großen Spiegels an, über deſſen Guß, Schleifung und Politur er die Aufſicht übernahm. Nachdem nun der Spiegel ſeine höchſte Politur erhalten, und in das Rohr geſtellt war, machte er die erſten Beobachtungen damit am 19ten Februar 1787. Doch datirt er die Vollendung dieſes Werkzeuges viel ſpäter, indem der erſte Spiegel durch Verſehen des Gießers gegen die Mitte dünner ausfiel, als die Abſicht war, und ſo wegen der deßhalb entſtehenden Schwäche nicht verſtattete, ihm eine recht gute Figur zu geben. Ein zweyter Spiegel wurde am 26ten Jan. 1788 gegoſſen; aber er ſprang beym Abkühlen. Am 16ten Februar aber wurde er mit beſonderer Aufmerkſamkeit auf die Geſtalt ſeiner Rückſeite umgegoſſen, und er fiel von dem ſchicklichſten Grade der Stärke aus. Am 24ten October wurde er zur ziemlich guten Figur

gur und Politur gebracht, und er beobachtete damit den Saturn. Da er ihm aber noch nicht Genüge leiſtete, ſo ſetzte er die Bearbeitung deſſelben bis zum 27ten Aug. 1789 fort, wo er auf Fixſterne verſucht wurde, und ein ziemlich ſcharfes Bild gab. Das Bild großer Sterne zeigte ein noch etwas zerſtreuetes Licht, was von einigen im Spiegel übrig gebliebenen feinen Riſſen herrührte.

Am 28ten Aug. 1789 entdeckte er damit einen Saturnustrabanten, und ſah auch die Flecken auf dem Saturn beſſer, als jemals, wodurch er veranlaßt wurde, die Beendigung des 40 füßigen Teleſkops von dieſem Tage an zu datiren.

Der Spiegel des Teleſkops iſt 49½ Zoll im hintern Durchmeſſer breit, aber wegen des Abſatzes an der vordern Seite von ¾ Zoll Breite und 1 Zoll Tiefe bleiben für die polirte Spiegelfläche 48 Zoll im Durchmeſſer. Die Dicke des Spiegels, die allenthalben gleich iſt, beträgt 3½ Zoll. Er wog, da er vom Guß kam, 2118 Pfund, und von dieſem Gewichte hat er durchs Poliren nur wenig verlieren können. Das Rohr iſt aus Eiſenblechen zuſammengeſetzt; ſeine Länge iſt 39 Fuß 4 Zoll, ſein Durchmeſſer 4 Fuß 10 Zoll. Der Brennpunkt des Spiegels iſt durch die Stellung deſſelben etwa 4 Zoll von der untern Seite der Oeffnung des Rohres gebracht, und geht hinaus in die Luft. Dadurch iſt Raum für den Theil des Kopfes des Beobachters, der ſich über dem Auge befindet, um nicht viel Strahlen, die vom Objekte zum Spiegel ins Rohr treten, aufzuhalten, wenn er auf der Galerie vor der Mündung des Rohres hineinſieht. Durch einen flachen zinnernen Deckel, der an einen eiſernen Rand gelöthet iſt, kann der Spiegel

genau bedeckt und verſchloſſen werden. Bey der Entfernung des Beobachters von dem Arbeiter, welcher die nöthigen vertikalen und horizontalen Bewegungen des Apparats beſorgt, ſo wie von dem Aſſiſtenten, dem die Beobachtungen mitgetheilt werden müſſen, dient ein Sprachrohr, das unter dem Tubus läuft, und mit beyden Zimmern für den Arbeiter und den Aſſiſtenten verbunden iſt. Auch werden dem erſten durch Glockenſchläge die nöthigen Befehle gegeben, und ungeachtet der Complikation der ganzen Maſchine verſichert Herr Herſchel, daß Ein Arbeiter hinreichend iſt, die nöthigen Bewegungen hervorzubringen. Die Baſis, auf welcher ſich die ganze Maſchine dreht, hat 42 Fuß im Durchmeſſer. Herr Herſchel hat die Beſchreibung dieſes Teleſkops nach deſſen gegenwärtiger Einrichtung ſelbſt mitgetheilt [n]). Durch 19 Kupfertafeln iſt der ganze dazu gehörige Apparat bis auf die kleinſten Umſtände genau angegeben.

Dieſes 40 füßige Teleſkop kann nun erſtaunende Vergrößerungen vertragen, nachdem man Okulare von ſehr kurzen Brennweiten anwendet. Gleichwohl laſſen ſich für die Himmelskörper die Vergrößerungen nicht ohne alle Grenzen verſtärken. Die ſtärkſte, welche gewöhnlich bey Beobachtungen der Fixſterne angewendet wird, iſt 3000 mal, bey den Planeten aber gebraucht man nicht leicht eine Vergrößerung über 500, gewöhnlich nur von 250. Die ſehr große Apertur bey dieſem Teleſkope aber gewährt wegen der außerordentlichen Menge Licht eine ganz ungewöhnliche Helligkeit mit Deutlichkeit verbunden.

Herr

n) Philoſ. Tranſ. P. II. 1795. p. 347. Grens neues Journ. der Phyſ. B. III. S. 468 f.

Herr Schröter in Lilienthal erhielt von Herrn Herſchel zuerſt ein Teleſkop, deſſen Einrichtung er beſchrieben °), und mit welchem er nebſt noch einem kleinern die wichtigen Entdeckungen im Monde gemacht hat. Die Röhre iſt ein achtſeitiges Prisma, deſſen Länge 7 Fuß $4\frac{1}{2}$ Zoll, der äußere Durchmeſſer 8 Zoll, und der innere $6\frac{1}{2}$ Zoll beträgt. Gerade ſo groß iſt auch der Durchmeſſer der polirten Fläche des Spiegels, welcher durch eine eigene Maſchinerie die gehörige Stellung und Befeſtigung im untern Ende der Röhre erhält. In dieſe Röhre ſieht man am obern Ende von der Seite hinein, wo ſich die 8 Zoll lange Okularmaſchine, welche auch zugleich den Planſpiegel hält, nebſt dem Sucher befindet. Der Sucher iſt 1 Fuß lang, vergrößert 9 mal, und ſein Geſichtsfeld faſt 4 Grad, zur Noth zeigt er die Jupitersmonden. Er ſteht nicht oben auf der Fläche des achtſeitigen Rohrs, ſondern an der ſchrägen Seite, dem Okularglaſe ſo nahe als möglich, und zur Berichtigung ſeiner Stelle dient ebenfalls eine eigene Maſchine. Die nöthige Richtung in der Vertikalfläche wird dieſem Werkzeuge in einem hölzernen Stuhle gegeben, in deſſen Falzen man einen Rahmen mittelſt eines Flaſchenzuges auf und niederlaſſen kann. Außerdem liegt aber auch noch die Röhre auf einer gezahnten Stange, welche ſich mit der Hand höher und niedriger ſtellen läßt, und welche man mit einem Dreher ſo fein bewegen kann, daß ſie durch Eine Umdrehung nur um 0,15 Zoll fortruckt, wodurch das Werkzeug bis auf Sekunden vertikal, und durch eine Schraube ohne Ende eben ſo fein horizontal geſtellt werden kann. Der ovale kleine Planſpiegel beſitzt im kleinſten Durchmeſ-
ſer

o) Beyträge zu den neueſten aſtronomiſchen Entdeckungen. Berlin 1788. 8.

ſer 1,15 Zoll, und ſteht vom großen für Fixſterne um 6 Zoll 10 Linien, für nahe Objekte auf unſerer Erde um 7 Zoll 2 Linien und mehr ab. Die Einſätze der Okulare haben durchgehends nur eine auf beyden Seiten convexe Linſe, die der Deutlichkeit wegen ſehr dünn gearbeitet iſt; hievon iſt aber der erſte Okular- einſatz ausgenommen, welcher 2 Linien beträgt, die aber am wenigſten vergrößern. Damals giengen die Vergrößerungen von 75 bis 1200; Herr Schröter aber hat nachher ſelbſt dazu noch ein Paar ſtärkere verfertigt. Was für eine Vergrößerung bey jedesmaliger Beobachtung am vortheilhafteſten gebraucht werden könne, das hängt von der höhern oder niedrigern Stelle des Objekts, der eigenthümlichen Art ſeines Lichts, der Beſchaffenheit der Atmoſphäre, der Güte des Auges, und ſelbſt der Uebung des Beobachters ab. Beym Saturn hat Herr Schröter die 210 fache, beym Monde die 636 fache anwenden können. In Anſehung des Geſichtsfeldes iſt die Einrichtung ſo, daß man bey 300 facher Vergrößerung einen Raum von 5 Minuten Durchmeſſer überſieht, durch den ein Stern im Aequator in 20 Sekunden Zeit hindurchgeht. Die Wirkung dieſes optiſchen Werkzeuges hält er der des Huygensſchen Objektivglaſes von 123 Fuß Brennweite gleich. Durch dieſes Teleſkop fand Schröter den Saturn im Februar 1790 eben ſo abgeplattet, wie den Jupiter, und ſeinen großen Durchmeſſer in der Ebene des Ringes, welches eine Umdrehung dieſes Planeten um die Axe nach der Richtung dieſer Ebene anzeigt.

Nachher haben es auch die Herren Schröter und Schrader in Kiel durch unabläſſige Mühe dahin gebracht, Newton'ſche Teleſkope von ausnehmender

der Größe und Vollkommenheit ſelbſt zu verfertigen. Nachrichten davon findet man in Herrn Bode's aſtronomiſchem Jahrbuche für 1796. Berlin 1793. Nr. 10.

Herr Schröter überſendete im März 1794 die Beſchreibung eines von ihm verfertigten 25 füßigen Teleſkops der königl. Societät der Wiſſenſchaften zu Göttingen. Das Rohr iſt ein achtſeitiges Prisma, hat 2 Fuß 4 Zoll äußern Durchmeſſer, und eine Stärke, daß man 12 bis 13 Centner Laſt auf beyde Enden bringen, und ſie in der Mitte noch vergrößern kann, ohne daß es ſich beugt. Durch ſtark überfirnißtes Segeltuch iſt es gegen die Abwechſelung der Witterung unterm freyen Himmel geſchützt. Der größere Spiegel beſitzt eine polirte Fläche von 19¼ Zoll im Rohre, und wiegt mit der Faſſung ohngefähr 180 Pfund. Seine Figur hat eine ſo gute paraboliſche Krümmung erhalten, daß Rand- und Kernſtrahlen genau in einem Punkte ſich vereinigen, ſo daß das Teleſkop die völlige Oeffnung der polirten Fläche bey 800 bis 1000 maliger Vergrößerung verträgt. Dieſer Spiegel bleibt im Rohre durch zwey genau ſchließende Kapſeln geſichert; bey etwa erfolgender Veränderung der Witterung muß er aber nicht ſo ſchnell geöffnet werden. Durch 8 Rollen und einen Flaſchenzug iſt er vor- und rückwärts, auch um ſeine Axe beweglich.

Das Hauptſtativ dieſes Teleſkops beſteht aus einem viereckten Thurme mit Pfählen, ausgemauert, 21 Fuß hoch, 12 Fuß im Durchmeſſer, welcher in der Mitte eine Säule hat. An ſeinem obern Theile befindet ſich eine Galerie, mit einem 4 Fuß hohen Geländer auf einem Kranze, welcher ſich durch Walzenwerk, wie bey den holländiſchen Windmühlen, horizon-

rizontal rings um die Säule drehen läßt. Auf die Galerie kommt man durch Treppen, und ſie wird zugleich mit dem Teleſkope herum bewegt, das der Beobachter auf ihr nach Gefallen regieren kann. Dieſe Umdrehung geſchieht in einem Kreiſe, deſſen Mittelpunkt in der Mitte des Thurms liegt, durch eine einzige Perſon mittelſt eines kleinen Wagens über einem Kreisringe auf dem Erdboden, deſſen größerer Durchmeſſer = 72 Fuß, und der kleinere = 57 Fuß 4 Zoll iſt. Gleich vor dem Okulareinſatze befindet ſich ein Cabinet 8 Fuß lang und 4 Fuß breit, gegen Wind und Wetter geſichert, mit Schreibtiſch, Sitz, Pendel und was zu den Okulareinſätzen gehört. Die Politur des Spiegels hat Herr Schröter nur mäßig gelaſſen, aus Furcht, daß er verunglücken möchte.

Nicht lange darauf hat auch Herr Schrader in Kiel ein 26 füßiges Teleſkop zu Stande gebracht, und von ſeiner Einrichtung eine eigene Beſchreibung gegeben [p]).

In Paris wird auf der Nationalſternwarte ein Teleſkop von 60 Fuß Brennweite, mithin 20 Fuß länger als Herſchels Rieſenteleſkop, auf Koſten des Staats verfertigt. Der große Spiegel wird aus Platina gegoſſen und 6 Fuß im Durchmeſſer halten. Man kennt jetzt daſelbſt alle Mittel und Vortheile, dieſes in ſo hohem Grade ſtrengflüſſige Metall zu behandeln, zu ſchmelzen, zu gießen, zu ſchleifen und zu poliren. Der Optikus Carrochet hat ſchon ein Teleſkop von 20 Fuß von demſelben Metalle für die Pariſer Sternwarte verfertigt, woran er den kleinen Auffangſpiegel weggelaſſen hat.

Was

p) Beſchreibung des Mechanismus eines 26 füßigen Teleſkops unweit Kiel. Hamburg 1794. 8.

Was die achromatiſchen Fernröhre betrifft, ſo giebt Herr Gußmann q) eine Vorrichtung an, bey denſelben eine ſehr ſtarke Vergrößerung zu erhalten; dieſe beſteht aus einem zuſammengeſetzten Mikroſkope, das ſtatt des Augenglaſes an einem achromatiſchen Fernrohre angebracht wird. Bey einem Objektive von 84 Zoll Brennweite und 2½ Zoll Oeffnung konnte man Objekte auf der Erde 1000 fach, und im Monde 2000 fach vergrößert ſehen.

Nicholſon r) bemerkt, daß man ſich wundern müſſe, daß die veränderlichſte unter allen Vorrichtungen des menſchlichen Auges, nämlich die der Oeffnung, bisher noch nie in unſern künſtlichen optiſchen Zuſammenſetzungen nachgeahmt worden ſey, da doch die Betrachtung des Auges zu der wichtigen Entdeckung der achromatiſchen Fernröhre Veranlaſſung gegeben habe. Richteten wir das Auge nach dem Fenſter oder nach einem andern lichthellen Gegenſtande, ſo ziehe ſich die Iris ſogleich zuſammen; blickten wir dagegen ins Innere des Zimmers oder nach einer dunkeln Stelle, ſo erweitere ſich die Pupille eben ſo ſchnell. Wie weit dieſe Erweiterung bey der äußerſten Dunkelheit ſteige, laſſe ſich nicht wahrnehmen; in den Fällen aber, die ſich beobachten ließen, ſey es ſicher, daß die Oeffnung der Pupille unter einigen Umſtänden gegen 30 mal weiter als unter andern ſey, und daß ſie ſich bey der Katze um viel mehr als um das 100fache erweitere. Wir dürften daher, in Uebereinſtimmung mit den allgemeinen Gründen, mit Recht ſchließen, daß die Dunkel-

q) Nachricht von einer Vorrichtung bey Fernröhren zu Bewirkung ungemeiner Vergrößerungen. Wien 1788. 8.

r) Journal of natural philoſophy. Vol. I.

ſelheit der Fernröhre wahrſcheinlich um vieles zunehmen würde, wenn man ſie mit einer ähnlichen Vorrichtung verſähe.

Jeder Beobachter wiſſe, daß Helligkeit für das künſtliche Sehen eben ſo wichtig, als Vergrößerung ſey. Entfernte Wälder und andere irdiſche Gegenſtände würden bey ſtarken Vergrößerungen, wegen Mangel an Licht, unſichtbar, indeß man ſie bey geringern Vergrößerungen deutlich wahrnehme. Leuchtende Gegenſtände ſehe man bey kleinen Oeffnungen ſehr gut und vollkommen, bey größern farbig, indeß man bey minder lichten Gegenſtänden den ganzen Vortheil größerer Deutlichkeit, der vom hellern Lichte herrührte, mitnehmen könne, da bey ihnen die farbigen Säume zu ſchwach ſeyen, um ſchädlich zu werden. Aus demſelben Grunde komme es, daß häufig achromatiſche Fernröhre, die volles Licht zuließen, beſonders gegen Abend, irdiſche Gegenſtände ſehr viel beſſer als Spiegelteleſkope zeigten, welche weniger Licht zuließen, aber die Bilder mit größerer Genauigkeit zu Stande brächten, dagegen die letztern jene bey Planeten weit überträfen.

Er meint, es könne einem ſinnreichen Mechaniker keine große Schwierigkeit machen, eine künſtliche Iris zu verfertigen. So z. B. laſſe ſich das Objektivende des Tubus mit einem meſſingenen Ringe umgeben, und in dieſem, in gleichen Entfernungen von einander, acht dünne metallene Dreyecke ſo zwiſchen Glöbchen, unweit einer der Spitzen, befeſtigen, daß durch eine gleichmäßige Umdrehung derſelben die Oeffnung von acht Seiten her verkleinert, und endlich ganz verſchloſſen werde. Doch werde ſich hiebey jeder Mechani-

chaniker, der dieſe Winke benutzen wolle, ſelbſt zu helfen wiſſen.

Da bey den gewöhnlichen achromatiſchen Fernröhren die Farben nur zum Theil aufgehoben werden, ſo ſuchte Herr Blair[s]) durch Verſuche Flüſſigkeiten aufzufinden, welche durch ihre ſtärkere Farbenzerſtreuung zur Vervollkommnung achromatiſcher Fernröhre dienen könnten. Er brachte nämlich in den Zwiſchenraum zweyer unweit von einander ſtehender biconvexer Linſen von Kronglas die allerconcentrirteſte Spiesglanzbutter. Als er nun dieſes Objektiv in eine Röhre einſetzte, zeigten ſich in der That keine Farben, dagegen erzeugten ſich aber große Irregularitäten in der Dichtigkeit dieſer ſtark verdichteten Flüſſigkeit, die, als er das Fernrohr nach der Venus richtete, ſich durch Lichtſtreifen offenbarten, welche nach verſchiedenen Richtungen aus der Scheibe der Venus, gleich Kometenſchweifen, ausliefen. Durch Verdünnung mit Weingeiſt und Aether erhielt er zwar die Spießglanzbutter in einem Zuſtande, in welchem ſich kein Metallkalk ferner präcipitirte und die gleichförmige Dichtigkeit unterbrach; allein nun war ihre Farbenzerſtreuung nicht ſtärker, als die der Auflöſung des ätzenden Queckſilberſublimats in Weingeiſt oder Waſſer, bey einem Zuſatz von etwas Salmiak, oder als die Farbenzerſtreuung der weſentlichen Oele, ſo daß es gleichgültig wurde, welche von dieſen Flüſſigkeiten man zu dem Objektive anwenden wollte. Bey dieſen Flüſſigkeiten trat aber nun der ſchlimme Umſtand ein, daß es nicht möglich war,

s) *Nicholſon's* journal of natural philoſophy. Vol. I. p. 1.

war, mittelſt ihrer die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt aufzuheben.

Das leichteſte Mittel, welches ſich auch durch Verſuche bewährte, war, die Geſtalt der Kronglaslinſen abzuändern, und die dünnere Flüſſigkeit zwiſchen Linſen einzuſchließen, die auf der gegen einander gewandten Seite convex und auf der äußern hohl geſchliffen ſind. Eine ſolche zuſammengeſetzte Hohllinſe mit einer convexen Linſe aus Kronglas verbunden giebt das achromatiſche Objektiv. Nachdem Blair nun den Zwiſchenraum zwiſchen beyden Linſen, wo eine Lichtſchicht ſie trennt, mit einer Flüſſigkeit von ſehr geringer Farbenzerſtreuung und von geringerer Brechbarkeit, als das farbenzerſtreuende Fluidum, anzufüllen verſuchte, und dazu bald rectificirten Weingeiſt, bald Schwefeläther nahm; ſo gelang es ihm wirklich, Objektivgläſer zu Stande zu bringen, in welchen beyde Arten von Abweichungen der Strahlen gänzlich gehoben wurden, und auf welchen kaum mehr Licht, als bey einfachen Objektivlinſen, verloren ging.

Blair ſchlägt vor, dieſe gänzliche Aufhebung aller Farbenzerſtreuung durch das Kunſtwort: aplanatiſch, zu charakteriſiren, und Fernröhre mit ſolchen aplanatiſchen Objektivlinſen mit dem Nahmen aplanatiſche Fernröhre zu belegen.

Dieſe aplanatiſchen Fernröhre ſcheinen aber in Deutſchland wenig oder gar nicht bekannt geworden und ſelbſt in England nicht ſonderlich in Gebrauch gekommen zu ſeyn, obgleich Nicholſon meldet, daß Blair alle Schwierigkeiten in der Ausübung überwunden habe, und daß es bloß Schuld des

Künſt-

Künſtlers ſey, wenn die Phyſiker noch nicht mit aplanatiſchen Fernröhren verſehen wären.

In Anſehung der zuſammengeſetzten Mikroſkope ſind auch welche von 4 und 5 Gläſern verfertigt worden, bey welchen vorzüglich eine ſtärkere Vergrößerung und ein großes Geſichtsfeld, unbeſchadet der Deutlichkeit und Helligkeit, beabſichtigt wurden. Die Theorie derſelben hat Euler [t]) ganz allgemein abgehandelt. Eine kurze Nachricht von zuſammengeſetzten Mikroſkopen hat D. Peliſſon [u]) mitgetheilt. Im Jahr 1777 übergab ein holländiſcher in Paris wohnender Künſtler, Nahmens Dellebare, eine Beſchreibung ſeiner Mikroſkope von 5 Gläſern, welche ſich in verſchiedene Entfernungen von einander mit verwechſelten Stellungen bringen laſſen, der Akademie der Wiſſenſchaften. Dieſe nahm ſie mit Beyfall auf. Allein Peliſſon urtheilt von einem mit 4 Gläſern verſehenen Mikroſkope dieſes Künſtlers: daß es von dem Erfinder mit einem marktſchreyeriſchen Tone angeprieſen ſey, aber nichts vorzügliches an ſich habe. Das Geſichtsfeld ſey zwar wegen des doppelten Okulars groß, gebe aber ſonſt wenig Klarheit, und ſey dabey unbequem und wandelbar.

Bey den zuſammengeſetzten Mikroſkopen wächſt die Helligkeit mit der Oeffnung des Objektivs, und nimmt ab mit dem Wachſen der Vergrößerungszahl. Die

t) Mémoir. de l'Acad. de Pruſſe 1757. p. 283. 1761. p. 191. 201. und in ſeiner Dioptrica.

u) Vergleichung der bekannteſten Vergrößerungsgläſer in den Beſchäftigungen der Berliner Geſellſch. naturforſch. Freunde. B. I. S. 343.

Die Deutlichkeit hingegen nimmt bey erweiterter Oeffnung des Objektivs beträchtlich ab, ſo daß die Schwierigkeit, das Helle und Deutliche zugleich mit ſtarken Vergrößerungen zu vereinigen, bey den Mikroſkopen ungleich ſtärker wird, als bey den Fernröhren. Daher that Euler den Vorſchlag, achromatiſche Objektivgläſer ebenfalls bey den Mikroſkopen zu gebrauchen. Die Beſchreibung einer ſolchen Linſe von $\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite findet man auch bey Herrn Fuß x); allein Herr Klügel urtheilt dabey, daß kein Künſtler ſo dünne Gläſer zu ſchleifen vermögend ſey, als zur Zuſammenſetzung dieſer Linſe erfordert werden. Denn die Dicke der beyden erhabenen Gläſer müßte nicht über $\frac{2}{100}$ und die des Hohlglaſes nicht über $\frac{1}{100}$ Zoll gehen.

Herr Aepinus y) zu Petersburg hat verſucht, zu zuſammengeſetzten Objektivgläſern im Mikroſkope größere achromatiſche Linſen, etwa zu ſieben Zoll Brennweite, wie bey kleinen Fernröhren zu gebrauchen. Seine Verſuche ſind auch ſehr glücklich ausgefallen. Obgleich ein ſolches Mikroſkop eine beträchtliche Länge haben muß, ſo hat es doch auf der andern Seite den nicht geringen Vortheil, die Erleuchtung des Objekts, wegen der beträchtlichen Entfernung deſſelben von dem Objektive, ſehr ſtark zu erhalten. Eigentlich iſt das Mikroſkop des Herrn Aepinus weiter nichts, als ein weit aus einander gezogenes Fernrohr; daher es auch Adams z) als keine neue Erfin-

x) Umſtändliche Anweiſung, Fernröhre in größter Vollkommenheit zu verfertigen. Leipz. 1778. 4.

y) Deſcription de nouveaux microſcopes inventés p. M. *Aepinus*. à St. Petersb. 1784. 8.

z) Eſſay on the microſcope. Lond. 1787. 4. p. 23.

Erfindung betrachtet, indem es ſchon längſt bekannt ſey, daß weit ausgezogene Fernröhre nahe gelegene Gegenſtände vergrößerten; er will demſelben lieber den Nahmen eines mikroſkopiſchen Fernrohrs geben. Auch führt Adams noch an, daß ſchon lange vor Aepinus von Martin [a]) kleine achromatiſche Perſpektive hiezu vorgeſchlagen worden ſeyen.

Uebrigens haben die Künſtler dem zuſammengeſetzten Mikroſkope in Anſehung der äußern Form und anderer zufälligen Eigenſchaften verſchiedene Einrichtungen gegeben, welche hier anzuführen zu weitläuftig ſeyn würde.

Der jüngere Adams beſchreibt ein Lampenmikroſkop von ſeines Vaters Erfindung, bey welchem er ſtatt einer gewöhnlichen Lampe die argandiſche Lampe angebracht hat. Auch giebt von dieſem verbeſſerten Lampenmikroſkop des jüngern Herrn Adams der Herr Prof. Schmidt [b]) in Gießen eine Beſchreibung nebſt der Theorie deſſelben.

Die gewöhnliche Methode, zu einfachen Mikroſkopen Glaskügelchen zu verfertigen, war dieſe: aus weichem weißen Kryſtallglaſe an der Flamme einer Lampe einen Faden zu ziehen, und das Ende deſſelben zu einem Kügelchen zu ſchmelzen. Nicholſon [c]) bemerkt aber, daß das Kryſtallglas Bley enthalte, wodurch es beym Ziehen geneigt werde, durch Reduktion des Bleyes undurchſichtig zu werden, wenn man nicht bey

a) Deſcription and uſe of a polydyuamyc microſcope.

b) Grens neues Journal der Phyſik. B. I. S. 297 f.

c) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXXXI. P. II.

bey der Behandlung alle Sorgfalt anwende. Er finde, daß das harte Glas, woraus man die Fenſterſcheiben mache, gewöhnlich ganz vortreffliche Kügelchen gebe. Dieſes Glas ſey an den Kanten von einem hellen, ſehr durchſichtigen Grün. Er ſchnitt an der Seite einer Glasſcheibe einen Streifen ab, der noch keinen Zehntel Zoll breit war, und hielt ihn am oberſten Ende ſenkrecht vor die Lampenflamme eines Löthrohrs, ſo daß ſie ungefähr einen Zoll über den unterſten Enden deſſelben ſpielte. Als das Glas ſchmolz, ſenkte ſich der unterſte Theil ungefähr 2 Fuß durch ſein eigenes Gewicht herab, wo es an einem dünnen Glasfaden, der ungefähr $\frac{1}{500}$ eines Zolls im Durchmeſſer haben mochte, hängen blieb. Ein Theil dieſes Fadens an den unterſten blauen Theil der Flamme einer Lampe gehalten, wurde, ohne daß man das Löthrohr brauchen durfte, an ſeinem Ende weißglühend, und ſchmolz hier in ein kleines Kügelchen zuſammen, das man allmählig und regelmäßig gegen die Flamme hinruckte, ohne es jedoch in die Flamme ſelbſt zu bringen, bis das Kügelchen die gehörige Größe erlangt hatte. So wurde eine ganze Anzahl verfertigt, und als man die Bilder in ihrem Brennpunkte mit einer ſtark vergrößernden Linſe unterſuchte, zeigten ſie ſich als recht hell, ganz rund und vollkommen.

Was die Mikrometer betrifft, ſo verfertigte Herr Brander dieſelben in ſehr großer Vollkommenheit, indem er in ein Glas mittelſt eines Diamants ſehr feine Einſchnitte machte. Cavallo ſchlug ſtatt des Glaſes ein dünnes und durchſichtiges Stück Perlmutter vor, das fein getheilt und im Brennpunkte des Objektivglaſes befeſtigt wird.

Herr Schröter [d]) giebt ein Scheiben-Lampenmikrometer an, wodurch man mittelſt erleuchteter Papierſcheiben, welche man mit dem einen bloßen Auge betrachtet, indem man mit dem andern durchs Fernrohr ſieht, den Durchmeſſer einer Planetenſcheibe und die Lage eines Punkts in ſelbiger beſtimmen kann.

Herr Helfenzrieder [e]) zu Ingolſtadt giebt eine ähnliche Einrichtung wie der Herr von Segner an. Er ordnet nämlich in zwey Reihen 32 Okulare oder Fenſterchen, und gebraucht zum Mikrometer ein Gitter aus feinen Silberdräthen, über welches ſich ein beweglicher Faden durch eine Schraube führen läßt. Ein jedes Okular in dieſem Werkzeuge zeigt eine andere Stelle des Himmels, und alle zuſammen faſſen einen Raum von mehreren Graden.

Beym Mikroſkope gebraucht Herr Beſeke [f]) in Mietau als Megalometer eine Fläche von 6 Zoll Länge und 5 Zoll Breite, welche nach dem Decimalmaaße in Quadratzolle und Quadratlinien eingetheilt iſt, und deren verſchiedene Maaße ſich durch die Stärke der Theilſtriche unterſcheiden. Dieſe Fläche bringt man in einerley Horizontalebene mit dem Gegenſtande. Der Gegenſtand wird mit dem linken Auge

d) Beytrag zu den neueſten aſtronomiſchen Entdeckungen. Berlin 1788. 8.

e) Tubus aſtronomicus ampliſſimi campi cum micrometro ſuo et feneſtellis ocularibus. Ingolſt. 1773. 4.

f) Leipzig. Magazin zur Naturgeſch. und Oekonomie vom Jahre 1780. St. 1. ingl. Beobachtung. und Entdeckung. aus der Naturk. von der Berliner. Geſellſch. naturforſch. Freunde. B. I. St. 1. Nro. 13.

Auge durchs Mikroſkop, und die getheilte Fläche mit dem rechten Auge allein betrachtet. Auf dieſe Weiſe läßt ſich das vergrößerte Bild mit den Zollen und Linien der Theilung vergleichen, auch im nöthigen Falle, wenn etwa die Linien nicht gut abgezählt werden können, mit dem Zirkel meſſen, und die Zahl der Linien, welche es einnimmt, beſtimmen. Hierbey bedient ſich Beſeke wie Jurin einer Clavierſaite. Von Nr. 5. gehen 81 Gewinde auf einen rheinländ. Zoll, mithin iſt der Durchmeſſer $\frac{10}{81}$ oder etwa $\frac{1}{8}$ Linie. Er bringt ein Stück ſolcher Saite unter das Mikroſkop, zählt die Linien, welche die Breite deſſelben einnimmt, und findet auf dieſe Art die Vergrößerung. Hierauf betrachtet er bey unveränderter Stellung des Mikroſkops einen Gegenſtand, und erhält daraus deſſen Größe durch eine leichte Rechnung. Für eine jede veränderte Stellung des Inſtruments muß auch die Vergrößerung aufs neue beſtimmt werden, obgleich Beſeke zu glauben ſcheint, daß ſie für jedes Objektivglas die nämliche bleibe.

In dieſem Zeitraume hat man ſich beſonders auch außerordentliche Mühe gegeben, den Metallſpiegeln eine genaue paraboliſche Form zu geben, welche zur Vollkommenheit der Spiegelteleſkope unumgänglich nöthig war. Smith[g]) führt eine Anweiſung zu Verfertigung der Metallſpiegel von Molineux und Halley an, worin bemerkt wird, daß die Verfertiger ſolcher Spiegel ihnen dadurch eine paraboliſche Geſtalt gegeben hätten, daß ſie etwas mehr Schlamm auf den Wetzſteinen gelaſſen, oder daß ſie das Schleifen mit einer Art von epicycloidaliſcher Bewegung beendet

g) Lehrbegriff der Optik durch Käſtner. S. 278.

beendet hätten, mit welcher ſie die Mitte des Spiegels unweit des Umkreiſes der Weßſteine etwa eine Minute lang herumführten.

Eine ſehr umſtändliche Beſchreibung, dergleichen Spiegel zu verfertigen, hat Mudge[h]) angegeben. Er räth nämlich an, den Spiegel anfänglich genau ſphäriſch zu ſchleifen, und ihm erſt die veränderte Geſtalt bey der Politur zu geben. Dieſe Politur ſoll er nämlich zuerſt in der Mitte, oder um das durch ihn gebohrte Loch herum erhalten. Damit aber der Spiegel ſelbſt dadurch nicht ſo ſcharf angegriffen werde, um ihm vor allen Dingen die ſphäriſche Geſtalt geben zu können, durchlöchert er die Polirſcheibe ſelbſt in der Mitte. Nachdem nun der Spiegel die ſphäriſche Geſtalt genau erhalten hat, verſtopft er das Loch in der Polirſcheibe mit einem Kork, jedoch ſo, daß er nicht ganz bis zu deren Oberfläche reicht, reinigt dieſe Oberfläche mit einem Schwamm, bringt den Spiegel, indem ſie noch feucht iſt, darauf, trägt mit dem Pinſel rund herum ſo viel Waſſer auf, als der hervorragende Rand der Scheibe Waſſer faſſen kann, gießt auch Waſſer in das Loch des Spiegels, und läßt dieß alles 2 bis 3 Stunden ſtehen, um eine genaue Berührung beyder Flächen und eine gleiche Wärme zu erhalten. Nunmehr zieht er den Kork heraus, läßt das Waſſer ablaufen, und bewegt zuerſt den Spiegel ganz langſam in einem ſehr kleinen Kreiſe um den Mittelpunkt der Polirſcheibe; hiernächſt macht er allmählich Kreiſe von größerm Durchmeſſer, und

h) Philoſoph. Tranſact. for 1777. Vol. LXVII. P. I. p. 296. überſ. in Leipz. Sammlung. zur Phyſik und Naturgeſch. B. II. St. 5. S. 584.

und dreht dabey den Spiegel beſtändig um ſeine Achſe, jedoch ohne weitern Druck, als den der Spiegel durch ſein eigenes Gewicht giebt. Auf dieſe Weiſe fährt er etwa 2 Minuten lang fort, verändert dabey immer ſeine Stellung gegen den Block, worauf die Polirſcheibe feſt iſt, und führt die Kreiſe mit immer vergrößerndem Durchmeſſer ſo weit, bis der Rand des Spiegels etwa gegen $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ Zoll über den Rand der Scheibe hinausgeht. Hierbey wird nun die ſtärkere Krümmung in der Mitte durch die anfänglich engen, und nachher immer weiter geöffneten Kreiſe des Streichens hervorgebracht. Er verſichert, daß dieſe Methode durch lange Erfahrung von ihm bewährt ſey, und er habe Grund genug, ſie mit der Shortiſchen für einerley zu halten.

Unter Allen hat es aber in Verfertigung ſehr großer paraboliſcher Spiegel Herr Herſchel am weiteſten gebracht. Die Fläche ſeiner Spiegel iſt ſo vollkommen paraboliſch, daß ſie ohne die geringſte Blendung gebraucht werden können. Seine Methode aber, wodurch er dieſe ſo vollkommen paraboliſche Geſtalt erhält, iſt unbekannt. Dennoch ſind die Herren Schröter in Lilienthal und Schrader in Kiel ſo glücklich geweſen, beträchtlich große Spiegel zu verfertigen, welche die genaueſte paraboliſche Form beſitzen.

Uebrigens behalten aber bey aller dieſer ſo großen Vollkommenheit die Spiegel doch noch einige Unregelmäßigkeiten in der Geſtalt, welches daraus erhellet, weil die meiſten Newtonſchen Spiegelteſkope mehr Deutlichkeit gewähren, wenn dem großen Spiegel eine ſchräge Lage gegen die Achſe der Röhre gegeben, der kleine ganz weggenommen, und der Okulareinſatz an der Oeffnung unmittelbar gegen den großen Spiegel

gerich=

gerichtet wird. Auf dieſe Art gebrauchte Herſchel ſeinen im Jahr 1783 zu Stande gebrachten 20füßigen Reflektor bey der Entdeckung der Uranustrabanten. Auch Herr Schröter verſuchte es, den Objektivſpiegel ſeines 7füßigen Teleſkops in geneigten Richtungen zu gebrauchen. Hatte er ihn bis zu 1° 50″ rückwärts geneigt, ſo wurde das Bild immer auffallender, ruhiger und deutlicher. Er verſuchte den kleinen Spiegel parallel nachzuſchrauben; allein dadurch verlor ſich die größere Deutlichkeit, und er mußte dieſen kleinen Spiegel wieder in ſeine vorige Lage zurückbringen. Herr Schröter wählte unter verſchiedenen Neigungen ungefähr 1° 15′, wodurch die Deutlichkeit des Teleſkops ſehr viel gewann. Hierbey bleibt es aber auffallend, daß bey einer ſo beträchtlichen Neigung das Bild vom großen Spiegel eben ſo, wie bey der genaueſten concentrirten Lage, mitten auf den kleinen Spiegel, nicht oberhalb über demſelben, zurückgeworfen wird. Ohne Zweifel liegt der Grund hiervon in der Irregularität der Geſtalt des Spiegels. Indeſſen iſt der Vortheil bey einer gewiſſen Neigung gegen die Achſe des Rohrs nicht unerheblich, weil bey ſtarker Vergrößerung dadurch ein viel deutlicheres und beſſer begrenztes Licht zu Stande gebracht wird.

Licht der leuchtenden Körper.

In den neuern Zeiten iſt die Anzahl der leuchtenden Körper ungemein vermehrt worden. Nach den Verſuchen des Herrn Grafen von Razoumowsky geben Quarz und Glas durch den Stoß harter Körper Licht von ſich; ja er fand, daß auch mehrere Körper leuchtend werden, wenn man Stücke von einerley Art an einander reibt. Er fand, daß der Quarz ſelbſt unter dem Waſſer Licht gab. Auch Herr Lichtenberg

berg nahm wahr, daß das Waſſer, welchem er durch Milch die Opalfarbe gegeben hatte, leuchtete, wenn er unter demſelben ein Paar Cachelonge an einander rieb, oder ein Piſtolenfeuerzeug unter dem Waſſer abdruckte.

Ein ſehr vollſtändiges Verzeichniß von leuchtenden Körpern hat Herr Wedgwood [i]) mitgetheilt; dieſer entdeckte, daß ſich eine ſehr große Anzahl Körper entweder durch Hitze oder durch Reiben phosphorescirend machen ließ. Das beſte Mittel, die Körper durch Hitze phosphorescirend zu machen, war dieſes, daß die Körper zu einem mäßig feinen Pulver geſtoßen, und jedesmal in kleinen Theilen auf eine dicke eiſerne Platte oder auf eine gebrannte Maſſe von Sand und Thon geſtreuet wurden, welche beynahe bis zum ſichtbaren Rothglühen erhitzt, und an einen völlig dunkeln Ort geſtellt war. Auf ſolche Art wurden gegen achtzig verſchiedene Körper, unter andern die Metalle, und die Niederſchläge derſelben aus ſauren Auflöſungen, leuchtend. Das ſtärkſte Leuchten gab der Flußſpath von Derbyſhire, der Marmor von eben daher, der ſächſiſche rothe Feldſpath, der Diamant und Rubin. Die Lichtdauer war übrigens verſchieden; bey einigen war ſie augenblicklich, bey andern einige Minuten. Durchs Anblaſen verloſch das Licht ſogleich; es kam aber auch wieder, wenn dieſes Blaſen aufhörte. Gewöhnlich war das Licht ungefärbt. Nur derjenige blaue Flußſpath, welcher gerieben einen übeln Geruch giebt

i) Philoſ. Tranſact. for the year 1792. Vol. LXXXII. P. I. p. 28. ſqq. P. II. p. 272. ſqq. Verſuche und Bemerkungen über die Erzeugung des Lichts in verſchiedenen Körpern durch Hitze und Reiben. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 45. f.

giebt, zeigte ein helles grünes Licht, das dem der Johanniswürmchen ähnlich iſt, und welches ſich ſchnell in ein ſchönes allmählich verlöſchendes Lilla verwandelte.

Wenn ein wenig ſiedendes Oehl am Boden einer gläſernen Flaſche im Finſtern bewegt wurde, ſo ward die ganze Flaſche dadurch erleuchtet. Ein wenig Oehl auf die heiße Platte geſtrichen verurſachte eine dünne lodernde blaue Flamme. Eben dieß geſchah, wenn Horn, Knochen, Haare, Speichel oder irgend eine thieriſche Subſtanz auf die Platte gebracht wurden.

Das Leuchten der Körper wurde vermittelſt der Aneinanderreibung gleichartiger Körper im Dunkeln bewirkt. Alle Körper, wenige ausgenommen, leuchteten nach dieſer Behandlung. Das Licht war weiß, mehr oder weniger röthlich. Dieſe Arten des Phosphorescirens fanden nicht allein in atmoſphäriſcher, ſondern in allen Luftarten und ſelbſt unterm Waſſer ſtatt.

Herrn Prof. Schmidt in Gießen, welcher über die phosphorescirenden Beſtandtheile des Quarzes chemiſche Unterſuchungen anſtellte, ſchien der beſondere Geruch, welchen die Quarze an einander gerieben von ſich geben, mit dem Geruche eines ſtarken Höhenrauchs viele Aehnlichkeit zu haben, und er benannte ihn daher mit dem Namen des brenzlichen. Er und einer ſeiner Freunde in Darmſtadt glaubten auch dieſen brenzlichen Geruch an den unter Waſſer geriebenen Kieſelſteinen, wiewohl etwas ſchwächer, bemerkt zu haben, und Herr Schmidt hat dieſe Erfahrung nachher beſtätigt gefunden. Aus der Elektricität ließen ſich dieſe Erſcheinungen nicht wohl erklären; wenigſtens müßte die Elektricität hiebey nach ganz beſondern,

bisher nicht bekannten Sätzen unter dem Waſſer entwickelt werden. Auch war er nie im Stande, mit ſehr empfindlichen Werkzeugen an geriebenen Quarzen die mindeſte Spur von Elektricität zu erkennen. Deſſen ungeachtet ſchien der ſtarke Geruch der geriebenen Kieſelſteine zu beweiſen, daß außer dem Lichte irgend ein anderer Stoff frey werde. Seine Vermuthungen gingen daher um ſo mehr auf das Daſeyn des Grundſtoffs einer luftförmigen Flüſſigkeit, und insbeſondere der Stickluft, weil Dolomieu in ſeiner Abhandlung über die Zerlegung der zuſammengeſetzten Steine es ſehr wahrſcheinlich macht, daß Kieſelerde, ſo wie wir ſie in der Zuſammenſetzung der mineraliſchen Körper antreffen, keine einfache Subſtanz mehr ſey, ſondern innigſt mit der Baſis einer oder mehrerer luftförmigen Flüſſigkeiten vereinigt, und eben dadurch in dem größten Theil der mineraliſchen Säuren unauflöslich ſey. Dieſer erhielt, da er in Geſellſchaft des Herrn Pelletier 20 Quentchen klein geſtoßenen Quarz mit 2 Unzen feſten Aetzſtein im Glühefeuer zuſammengeſchmolzen, 22 Cubikzoll phlogiſtiſirte, 12 Cubikzoll inflammable und 5 Zoll fixe Luft aus der ſchmelzenden Maſſe. Die letzte ſchreibt er dem Laugenſalze, die beyden erſten dem Quarze zu, und er nimmt zu ihrer gemeinſchaftlichen Baſis einen entzündlichen Stoff im Quarze an. Theils um dieſe auf Verſuche gegründete Meynung von Dolomieu weiter zu prüfen, theils und vorzüglich um auszumachen, ob irgend ein mit der Kieſelerde verbundener flüchtiger Stoff die Urſache der Phosphorescenz der Quarze ſey, ſtellte Schmidt die folgende Unterſuchung an, wodurch, wie er glaubt, unwiderſprechlich erwieſen werde:

1. Daß der Grundſtoff der Stickluſt in genauer Verbindung mit der reinen Kieſelerde einen Beſtandtheil des Quarzes, oder überhaupt des Kieſelgeſchlechts ausmache.

2. Daß durch das Reiben der Kieſelſteine an einander dieſer Grundſtoff zum Theil entbunden, und dadurch Licht und Geruch erzeugt werde.

3. Daß die Kieſelerde bloß der Verbindung mit dieſem Grundſtoffe ihre Unauflöslichkeit in Säuren und Laugenſalzen auf dem naſſen Wege verdanke.

Was nun die Natur dieſes flüchtigen Stoffs betrifft, ſo glaubt Herr Schmidt, daß er kein einfacher, ſondern ein zuſammengeſetzter Körper ſey: 1. weil geriebene Quarze Licht und Geruch zugleich äußern, und wir bis jetzt keine einzige Erfahrung haben, welche bewieſe, daß reines Licht auch den Sinn des Geruchs afficire; 2. weil der Quarz durch Beraubung jenes flüchtigen Stoffs leichter wird, und zu gleicher Zeit eine ponderable Luft entwickelt, das Licht aber nach allen bisherigen Erfahrungen ſich als eine imponderable Subſtanz äußert. Herrn Schmidt ſcheint daher der eine Beſtandtheil des mit der Erde im Quarz gebundenen Stoffs Licht zu ſeyn, den andern nennt er aber noch vor der Hand x, ob es gleich nicht an Meinungen über dieſes x fehle. Nach Lavoiſier iſt nämlich dieſer Stoff Stickſtoff; Herr Schmidt ſcheint aber dieſer Meinung nicht unbedingt beyzupflichten, weil ſie ſich bloß auf die Hypotheſe von der Zuſammenſetzung der Salpeterſäure aus Sauerſtoff und Stickſtoff gründet, und nur durch eine einzige Erfahrung des Herrn Cavendiſh veranlaßt worden ſey. Dieſen Verſuch des Herrn Cavendiſh hatte Herr

Schmidt

Schmidt mehrmals wiederholt, und ſich dadurch immer feſter überzeugt, daß die Elektricität bey der hervorgebrachten Salpeterſäure eine ſehr weſentliche Rolle ſpiele. Nach Herrn Göttling beſteht die Stickluft aus Licht und Sauerſtoff; hiernach wäre alſo Herrn Schmidt's x der Sauerſtoff. Er muß indeß bekennen, daß ihm Göttling's Theorie im Allgemeinen bis jetzt eben ſo wenig begründet ſcheine, wie die lavoiſierſche.

Was den ſogenannten Kunkelſchen Phosphor betrifft, ſo iſt dieſer in den neueſten Zeiten ein Gegenſtand ſehr wichtiger Unterſuchungen geworden. Herr Giobert [k]) hat eine ſehr leichte Methode angegeben, denſelben aus dem Urin zu bereiten. Man löſet nämlich Bley in Salpeterſäure auf, und tröpfelt dieſe Auflöſung in friſchen oder faulen Urin. Dadurch entſteht ein häufiger Niederſchlag, welcher theils phosphorſaures, theils ſalzſaures Bley iſt. Kommt kein Niederſchlag weiter zum Vorſchein, ſo läßt man alles ruhig ſtehen, hellt die über dem Bodenſatze befindliche Flüſſigkeit ab, ſchüttet den Bodenſatz auf ein Filtrum von Leinwand, ſüßt ihn mit Waſſer aus, vermengt ihn etwa mit dem 4ten Theile feinen Kohlenſtaub, trocknet ihn in einer Pfanne, und deſtillirt ihn hierauf aus einer Retorte. Anfangs geht etwas urinöſer Geiſt mit etwas empyrevmatiſchem Oehle über, welche beyde von dem Harne herrühren; hierauf ändert man mit der Vorlage, kittet eine andere mit Waſſer gefüllte vor, und vermehrt die Hitze ſtark. Der Phosphor erſcheint mannichmal in einer halben Stunde, und es läßt

k) Annales de chimie. Tom. XII. 1792. p. 15. ſq. überſ. in Gren's Journal der Phyſik. B. VII. S. 451. f.

läßt ſich leicht binnen 8 Stunden eine Operation beendigen, die auf 14 Unzen Phosphor giebt. Wenn der Bleykalk völlig mit Phosphorſäure geſättigt, und das phosphorſaure Bley vollkommen mit Waſſer ausgeſüßt iſt, ſo geben 100 Theile deſſelben 14 bis 18 Theile Phosphor. Der Bleykalk findet ſich reducirt auf dem Boden der Retorte.

Auch hat Gahn [l]) entdeckt, daß der Phosphor aus Knochen gewonnen werden kann. Man calcinirt nämlich Knochen großer erwachſener Thiere ſo lange, bis ſie weiß ſind, alsdann ſtößt man ſie und ſiebt ſie durch ein feines Sieb. Auf dieſes Pulver gießt man hiernächſt mit Waſſer verdünnte Schwefelſäure, doch nicht ſo viel als nöthig iſt, die Knochen ganz aufzulöſen. Hierauf gießt man das Flüſſige ab, und läßt daſſelbe über dem Feuer abrauchen. Dadurch erhält man die Phosphorſäure in Geſtalt eines weißen und durchſichtigen Glaſes, welches zerſtoßen, und demſelben der dritte Theil ſeines Gewichts Kohlenſtaub zugeſetzt wird. Durch die Deſtillation entſteht alsdann kohlengeſäuertes Gas und Phosphor.

Herr Kulme [m]) hat über die Einwirkung der Hitze und Kälte auf das von Canton's Phosphor eingeſogene Sonnenlicht nähere und beſtimmtere Verſuche angeſtellt, als es Canton ſelbſt gethan hatte. Die Reſultate, welche er daraus zog, ſind dieſe:

1. ein mäßiger Grad Wärme erhöht die Lebhaftigkeit des von dem Phosphor eingeſogenen Lichts.

2. Bey

l) Medic. Comment. einer Geſellſch. Aerzte in Edinburg Th. III. St. 1. Altenb. 1776. S. 97.

m) Philoſ. Tranſact. for 1802.

2. Bey einem höhern Grade von Wärme erlöſcht das Licht gänzlich.

3. Latentes eingeſogenes Licht wird durch Wärme erregt, und in den Zuſtand des Leuchtens verſetzt.

4. Kälte bringt das eingeſogene Licht zum Erlöſchen.

Die merkwürdigſten Verſuche mit dem Phosphor, welche erſt die Beſchaffenheit unſerer atmoſphäriſchen Luft, und ſelbſt die Sätze der neuern Chemie begründet haben, ſollen in dem Abſchnitt von den Luftarten angeführt werden.

Ueber die natürlichen Phosphore hat in den neuern Zeiten beſonders Herr Spallanzani [n]) verſchiedene Beobachtungen in mancherley Gasarten angeſtellt. Zuerſt wählte er Holzſtückchen, welche man im Sommer zuweilen des Nachts leuchten ſieht, und in einigen Gegenden Italiens fuochi matti nennt. Im Aug. 1795 erhielt er dergleichen zu Modena von einem faulen Kaſtanienbaume, welches ſehr zerreiblich und weißlich von Farbe geworden war. Nachts glich es von weitem einem äußerſt matten Feuer. Er theilte ſelbiges in feine Blättchen und ſteckte einige davon zuerſt in ein bloß mit atmoſphäriſcher Luft gefülltes Eudiometer, um die Wirkung wahrzunehmen. Im Dunkeln leuchtete jedes Blättchen ſehr gut; eben ſo, wenn das Eudiometer voll Waſſer war. Statt

n) Chimico eſſame degli experimenti del ſignore *Goettling* ſupra la luce del foſforo di Kunkel oſſervata nel aria commune, ed in diverſi fluidi aeriformi permanenti, nella qual occaſione ſi eſſamino altri foſfori paſti dentro ai medeſimi fluidi, e ſi cerca ſa la luce ſolare guaſti il gaz oſſigeno. In Modena 1796. 8. p. 119. &c. in Gilberts Annalen der Phyſik. B. I. S. 38 f.

Statt deſſen reines Stickgas angewendet, bemerkte man in 7 Minuten keinen Unterſchied; dann aber wurde das Licht immer ſchwächer, und nach einer halben Stunde verſchwand es völlig. Die langſame Abnahme des Lichts glich der Flamme einer angezündeten Kerze, die im verſchloſſenen Raume allmählig verſchwindet und kleiner wird. Drey Stunden in dieſem Gas gelaſſen blieben dieſe Blättchen fortdauernd dunkel. Hierauf hob man das Eudiometer aus dem Waſſer, in welches es gebracht war, und verſtattete ſo der atmoſphäriſchen Luft den Eintritt. In wenigen Minuten erhielten die Blättchen ihr Licht wieder, doch matter als zuvor; ihren urſprünglichen Glanz bekamen ſie aber erſt völlig, als man das Eudiometer von neuem bloß mit atmoſphäriſcher Luft füllte, und die vorige Miſchung völlig herausgelaſſen war.

In dem mit Sauerſtoffgas gefüllten Eudiometer ward der Glanz über alle Maaßen lebhaft. Neben den leuchtenden Spänen legte er hierauf Kunkelſchen Phosphor ins Eudiometer. Da dieſes bloß atmoſphäriſche Luft enthielt, leuchteten ſie ſogleich, welches auch bey dem Phosphor erfolgte. Sein Licht dauerte wie gewöhnlich bis zur Zerſetzung der Luft von 20 Gran Sauerſtoffgas, während daß die Späne langſam abnehmend bey 16 Gran völlig aufhörten. Nun hob er das Eudiometer aus dem Waſſer, worauf die fehlenden 20 Gr. Sauerſtoffgas alſobald durch atmoſphäriſche Luft erſetzt wurden, und ſogleich erhielten auch die Späne ihren Glanz wieder.

Das halbfaule Kaſtanienholz behielt ſeinen phosphoriſchen Charakter nur 2 Tage. Ein dergleichen Stück von der Wurzel einer Buche behielt ihn 3 Tage hindurch. Hieraus erkannte er, daß die Ei-

genſchaft des Leuchtens nur auf eine gewiſſe Zeit beſchränkt ſey, die ohne Zweifel von dem Grade der Fäulniß abhängt, worin ſich jene ihrer organiſchen Kraft beraubten Subſtanzen befanden.

Im Sumpfgas verhielten ſich dieſe beyden Holzarten wie im Stickgas. Hob er das Eudiometer gerade aus dem Waſſer, und ließ er die atmoſphäriſche Luft hineintreten, ſo erneuerte ſich der Glanz nicht, oder geſchah dieß, ſo blieb er doch äußerſt matt. Das Sumpfgas mit Stickgas vermiſcht blieb leichter als die atmoſphäriſche Luft. Trat es nun unter dem Eudiometer auch in Berührung mit atmoſphäriſcher Luft, ſo gieng dieſe nur eine geringe oder faſt gar keine Miſchung damit ein, und daher blieb auch der Phosphor ganz oder größtentheils dunkel. Drehete er aber das Eudiometer herum, ſtatt es gerade aus dem Waſſer zu ziehen, ſo kam das Sumpfgas unten, und wurde jetzt von der ſchweren atmoſphäriſchen Luft herausgetrieben und verdrängt; daher die Erneuerung des Lichts.

Im darauf folgenden September hatte er auch Gelegenheit, in Venedig mit dem Tintenwurme (ſepia officinalis) Verſuche anzuſtellen. Lebendig leuchtete er nicht, ſondern bloß im wirklichen Zuſtande der Fäulniß. Er legte ein Stückchen deſſelben unter das Eudiometer, und bemerkte: 1. daß ſein Licht in atmoſphäriſcher Luft und im Seewaſſer gleich hell war; 2. daß es im Stickgas völlig verſchwand; 3. daß der Glanz einiger Maaßen zurückkehrte, wenn man dieſes Gas mit atmoſphäriſcher Luft vermiſchte; 4. daß das Licht doppelt ſo ſtark im Sauerſtoffgas, als in atmoſphäriſcher Luft funkelte.

Hier-

Hierauf richtete Spallanzani ſeine Aufmerkſamkeit auf die Johanniswürmchen. Es giebt deren zwey Arten, eine ungeflügelte, die an der Erde fortläuft, und eine beflügelte. Erſtere nennt man gewöhnlich luccioloni, leztere lucciole. Im May zeigen ſich die kriechenden Johanniswürmchen zuerſt Nachts, entweder im Laube oder Raſen, oder unterhalb an Mauern, welche Höhlungen haben, in die ſie ſich den Tag über verſtecken. Ihr Glanz macht ſie ſchon von weitem ſichtbar. Dieſer Glanz iſt nicht wie bey den fliegenden Johanniswürmchen unterbrochen und ausſetzend, ſondern fortwährend und bleibend, doch nur ſo lange ſie in Freyheit ſind. Gefangen beſitzen ſie die Kunſt, dieſen Glanz zum Theil oder völlig zu verbergen. Eben ſo ziehen ſie ihn ein, wenn man ſich ihnen nähert. Das Licht iſt in dem vorlezten Ringe des Bauches eingeſchloſſen, der ins Weiße ſpielt, da die andern ſchwarz ſind.

Druckt man im Dunkeln den Bauch leicht zwiſchen Zeigefinger und Daumen, und hält den Hintertheil deſſelben feſt, ſo vergehen etwa 10 Minuten, in welchen das Inſekt völlig dunkel bleibt. Dann wird es plötzlich im vorlezten Ringe, den man auch Nachts deutlich von den übrigen unterſcheidet, hell und glänzend mit bloß bläulichem Lichte. Hierauf verdunkelt es ſich abermals, und dieſe Lichtabwechſelungen erfolgen der Zeit nach ganz unregelmäßig. Eben das geſchieht, wenn man es irgend worauf laufen läßt; einmal gefangen zeigt das Thierchen ſelten ununterbrochen ſein voriges Licht. Gleichwohl giebt es Mittel, dieß, obwohl in weit ſchwächerm Grade, zu bewerkſtelligen. Man öffnet nämlich mit der Spitze einer Scheere den Ring, von dem das Licht ausfließt,

fließt, und läßt die darin verſchloſſene thieriſche Subſtanz heraustreten, die ins Weiße ſpielt, geringe leuchtet, und in dieſem Zuſtande, auch vom Körper getrennt, einige Zeit beharrt.

Spallanzani brachte eines der luccioloni, das in atmoſphäriſcher Luft in ſeiner Hand ununterbrochen geleuchtet hatte, aus dieſer Luft unter das Eudiometer aufs Waſſer. Es fuhr fort, Abſatzweiſe zu leuchten; alle Helligkeit aber verlor ſich im Stickgas. Sie wurde durch Erſetzung von atmoſphäriſcher Luft wieder hergeſtellt, und durch Sauerſtoffgas verſtärkt. Zwey andere Gasarten, kohlenſaures und Waſſerſtoffgas, verlöſchten, wie Stickgas, den Glanz. Holte er mit dem Waſſer den leuchtenden Antheil des Thieres heraus, ſo wurde er bey der Berührung von Stickgas, Waſſerſtoffgas und kohlenſaurem Gas, die er einzeln unter das Eudiometer brachte, dunkel, und durch das Sauerſtoffgas wieder ſehr funkelnd. Hiebey iſt aber noch zu merken, daß dieſe mephitiſchen Gasarten, ob ſie gleich den Tod der Würmchen nicht plötzlich verurſachen, doch dieſelben in einen todtenähnlichen Zuſtand verſetzen; das Sauerſtoffgas hingegen macht ſie lebhafter, als gewöhnlich. Dieſe entgegengeſetzte Wirkung zeigt ſich bey mehreren lebenden Geſchöpfen. Das Verdunkeln und Erhöhen des Glanzes dieſer Geſchöpfe iſt unmittelbare Wirkung jener Gasarten.

Nach der Meynung einiger Naturforſcher ſind die luccioloni die Weibchen, und die lucciole die Männchen der bekannten Johanniswürmer; dieſe folgen dem Lichte jener, um ſie aufzufinden, und ſich mit ihnen zu begatten. Sie führen Beyſpiele von luccioloni an, die man des Nachts auf der Hand gehal-

gehalten hatte, und zu denen ſich lucciole einfanden, die ſich mit ihnen vereinigten. Spallanzani widerſtreitet einer begründeten Thatſache nicht, nur bemerkt er, daß bey der unendlich zahlreichen Familie der lucciole dieſe entweder unbefriedigt bleiben, oder daß eine luccioloni unendlich vielen Männchen dienen müſſe, wie man es von der Bienenköniginn glaube.

Der leuchtende Bauch dieſes Inſekts ſcheint gegen die andern ſchwärzlichen Ringe weiß; er macht ein ſtarkes Viertel der lucciole aus, die gewöhnlich 4 Linien lang und 1 breit zu ſeyn pflegt. Wenn man eine mit dem Rücken auf einer Fläche befeſtigte lucciole mikroſkopiſch unterſucht, ſo erſcheint zwar die ganze Haut glänzend, doch bemerkt man vorzüglich einige helle Punkte, welche auf die Vermuthung führen, daß ungemein feine Löcherchen in dieſer Haut den Durchgang des darunter liegenden Lichts erleichtern. Dieß beſtätigt auch die Erfahrung. Denn wenn man die leuchtende Haut vom Bauche fein ablößt, und dem Tageslichte ausſetzt, ſo findet man ſie ganz mit höchſt kleinen Oeffnungen durchbort, beynahe wie die Schale eines gegen die Sonne gehaltenen Eyes. Dieſe Löcherchen ſind alſo eben ſo viele Durchgänge, die der Luft den Eintritt in den leuchtenden Bauch verſtatten. Trotz aller ſeiner Bemühungen aber gelang es ihm damahls nicht, die Organe, deren die lucciole ſich zum Athmen bedienen, oder doch ihre äußern Luftröhren aufzufinden. Wenn er ſie hingegen unter Waſſer tauchte, und mit einem Federchen darüber wegfuhr, um die anhängende atmoſphäriſche Luft wegzubringen: ſo bemerkte er viele Bläschen, die, wie er deutlich ſah, aus ihrem Innern her-

hervorgiengen, beſonders beym Stechen und beym Beunruhigen ihres Körpers. Vorzüglich ſtieg die Luft aus dem gleichfalls unterm Waſſer befindlichen Bauche wie Ströme von Bläschen auf; als ob ſie mit Zangenſpitzen aus dem Innern gezogen würden. Verdünnt man die weiße und klebrige Subſtanz, woraus der Bauch beſteht, ein wenig mit Waſſer, und betrachtet ſie durch eine ſcharfe Linſe; ſo wird man gewahr, daß ſie aus einer ungeheuren Menge weißer und halbdurchſichtiger etwas länglicher Kügelchen verſchiedener Größe, und aus einer großen Anzahl unregelmäßiger Theilchen gebildet iſt, welche letztere er für ein Gebröckel zerquetſcher Kügelchen hielt. Merkwürdig iſt es, daß die Kügelchen, welche zu einem Ganzen verbunden leuchten, an Licht abnehmen, ſobald man ſie vereinzelt, und es gänzlich verlieren, wenn man ſie vollkommen trennt.

Sieht man die Johanniswürmchen im Dunkel der Nacht in der Luft herumſchwärmen, ſo zeigen ſie einige Augenblicke einen lebhaften Glanz, während ſie in andern ganz unſcheinbar ſind, und dieſe Abwechſelung von Licht und Finſterniß findet fortwährend ſtatt. Beobachtet man ſie aber in der Nähe, in einem kleinen finſtern Zimmer; ſo entdeckt man, daß ihre Dunkelheit nicht abſolut iſt, ſondern bloß in einem ſchlechtern Lichte beſteht, das ſich, von ferne geſehen, verliert.

Halten wir alſo ein Johanniswürmchen in der Hand, ſo bemerken wir im leuchtenden Bauche eine zitternde Bewegung, die ſich bald verſtärkt und den Glanz verdoppelt, bald aufhört und ihn beträchtlich ſchwächt. Die luccioloni ſenden ihr Licht nach Gefallen aus, nicht ſo die lucciole; wahr aber iſt es, daß

daß die zitternde Bewegung in letztern, und mithin auch das Funkeln des Lichts, aufhört, wenn man ſie eine Zeitlang betaſtet; nichts deſto weniger aber bleibt doch eine ziemliche Helligkeit.

Fängt man die lucciole und verwahrt ſie friſch in einer Schachtel und andern Behältniſſen, ſo behalten ſie nicht allein einiges Licht bis zu ihrem Tode, ſondern auch noch nach demſelben, ſo lange der leuchtende Körper im geringſten weich iſt.

Selbſt ausgetrocknet fängt er nicht ſelten wieder zu leuchten an, wenn man ihn in Waſſer erweicht. Nie aber iſt kurz vor dem Tode und nach demſelben das Licht von ſolcher intenſiven Stärke, als wenn die fliegenden Johnnniswürmchen in voller Kraft ſind.

Einen Unterſchied aber macht es, ob das Austrocknen des leuchtenden Bauchs langſam und bey einer gelinden Temperatur, wie zwiſchen 15 bis 20 Grad, oder durch eine jähe Hitze erfolgt, wie wenn man die lucciole der Sonne in einer Temperatur von 35 oder 40 Grad ausſetzt; denn im letztern Falle ſind wenige Stunden nicht allein hinreichend, den leuchtenden Bauch völlig aufzudörren, ſondern ihn auch zum fernern Leuchten unfähig zu machen, ſelbſt wenn man ihm durch Waſſer die vorige Weichheit wieder gäbe. Daſſelbe wirkt bis zu 60 Grad erhitztes Waſſer, in welches man die leuchtenden Bäuche wenige Minuten hält. Man muß alſo annehmen, daß die zu große Wärme entweder den Zuſammenhang unter den kleinſten Grundmaſſen des leuchtenden Bauches aufhebt, oder ſie wenigſtens dergeſtalt desorganiſirt, daß ſie unfähig werden, Licht hervorzubringen.

Wenn die lucciole zu leuchten aufgehört hat, oder es nur ſchwach thut, aber im leuchtenden Bauche

noch einige Weichheit behält, ſo erneuert oder verdoppelt ſich das Licht wieder, wenn man ſie leicht mit einer Nadel oder einem andern feinen Körper berührt.

Die meiſten dieſer erwähnten Phänomene bemerkt man nicht allein am leuchtenden Bauche, ſo lange er mit dem Körper der lucciole ein Ganzes bildet, ſondern auch wenn man ihn davon abreißt. Er fährt alsdann fort zu leuchten, ſo lange er weich iſt; ſein Glanz wird vermehrt, wenn man ihn reizt, und er erhält ihn wieder, wenn er nach dem Auftrocknen abermals erweicht wird. Däſſelbe beobachtet man bey den kleinſten Stückchen des leuchtenden Bauches, doch mit dem Unterſchiede, daß dieſe leicht zu leuchten aufhören, da ſie ſchnell trocknen. Nimmt man ſich die Mühe, ſie immer feucht zu erhalten, ſo dauert ihr Licht ſehr lange.

Dieſe Verſuche wurden bey einer Temperatur zwiſchen 17 und 21° angeſtellt; es ſchien ihm aber wichtig, ſie in einer kalten Temperatur zu unternehmen, um hierdurch den Urſprung jenes Lichts zu erfahren. Daher nahm er ſeine Zuflucht zur künſtlichen Kälte. Er umgab eine Röhre mit Schnee, auf deren Boden einige lebende Johanniswürmchen lagen, und in dieſer Röhre befeſtigte er ein Thermometer, das ihm die abnehmende Temperatur, der er ſie ausſetzte, anzeigte. Durch die Mündung der Röhre konnte er ihr Leuchten ſehen. Von 20° ſank das Thermometer bis zum Eispunkte, ohne daß ſich das Licht verminderte. Die Würmchen wurden bey dieſer Kälte bloß unbeweglich und ſtarr, wie alle Inſekten bey ſolchen Umſtänden. Durch Kochſalz ſank das Thermometer bey vermehrter Kälte bis auf 4°, und das Licht blieb ſich immer gleich, aber beym 5ten Grade fieng es zu verlöſchen

löſchen an, und beym 7ten hatte es ſich ganz verloren. Auffallend war es, daß der leuchtende Bauch und der übrige Körper, ſelbſt ſchon unter der Röhre hervorgenommen, noch immer vom Froſt erhärtet ſchienen; auch wurden ſie in einer warmen Temperatur ſchnell wieder in den Zuſtand ihrer Weichheit hergeſtellt, und erſchienen leuchtend, ob ſie gleich nicht ins Leben zurückkehrten. Abermals unter die Röhre gebracht verdunkelte ſich ihr Licht wieder beym 5ten Grade, und verſchwand beym 7ten völlig. Daſſelbe ereignete ſich bey noch zweymal wiederholten Verſuchen, wobey der leuchtende Bauch eben ſo oft wieder verhärtete. Hieraus erhellet, daß eine um 24 Grad niedrigere Temperatur als die, worin die Würmchen in der Luft herumfliegen, ſie nicht am Leuchten verhinderte, und es läßt ſich annehmen, daß eben dieß auch bey einer ſtarken Kälte ſtatt finde, wenn dadurch nicht dem leuchtenden Bauche die Weichheit geraubt würde, die der Hervorbringung des Lichts ſo unentbehrlich iſt.

Jetzt brachte nun Spallanzani die Johanniswürmchen in verſchiedene Gasarten: bey jedem Verſuche insbeſondere wurden 15 Johanniswürmchen in einer Reihe in den horizontalen Arm ſeines Eudiometers gelegt, ſo daß ihm die mehrere Zahl mehr Bequemlichkeit beym Beobachten der Wirkungen verſchafte. Sie wurden zuerſt in kohlenſaures Gas gebracht, wo es auffallend war, daß ſie, ſo glänzend ſie ſich vorher zeigten augenblicklich unſcheinbar wurden. $\frac{50}{100}$ dieſes Gas füllten das Eudiometer. Er ließ alſobald auch $\frac{50}{100}$ atmoſphäriſche Luft unter daſſelbe treten, und in Kurzem veränderte ſich das Schauſpiel. Das verloſchene Licht erholte ſich zuerſt wieder

in

in den Inſekten, die vorne in dem Arm des Eudiometers lagen; ſpäter in denen weiter hinauf; und zuletzt in denen, die das äußerſte Ende einnahmen.

Stickgas und Waſſerſtoffgas einzeln angewendet wirkten auf das Licht des Johanniswürmchens langſamer, als das kohlenſaure Gas, indem hier nicht das Licht auf einmal, ſondern ganz allmählig verſchwand. Es erholte ſich wieder, und hielt ſich, obgleich matt, wenn man beyden Gasarten eine Portion atmoſphäriſcher Luft beymiſchte.

Um nun das Verhalten dieſer Würmer in Sauerſtoffgas mit dem in atmoſphäriſcher Luft zu vergleichen, gebrauchte Spallanzani zu gleicher Zeit zwey Eudiometer, und bemerkte, daß die Intenſität des Lichts im Sauerſtoffgas wenigſtens zweymal ſo ſtark ſey, als in atmoſphäriſcher Luft. Auch die Dauer der zitternden Bewegung des leuchtenden Bauches war im erſtern anhaltender. Er war auch aufmerkſam, ob bey dieſem ſtarken Lichte eine Veränderung des Sauerſtoffgas vorgienge, und bemerkte wirklich eine, obgleich geringe, indem das Waſſer im Eudiometer um $\frac{3}{4}$ Grad ſtieg, welches bey atmoſphäriſcher Luft nicht geſchah.

Als er die Würmchen in Sauerſtoffgas legte, waren ſie ſtarr von Kälte und leuchteten dennoch lebhaft. Er wiederholte dieſen Verſuch mit andern 15 halbtodten, wenig glänzenden; der Glanz vermehrte ſich, ohne daß jedoch eine merkliche Verminderung des Gas vor ſich gieng. Nun brachte er 50 Bäuche von eben ſo vielen muntern lebenden Johanniswürmchen unter ein mit Sauerſtoffgas gefülltes Eudiometer. Der ganze horizontale Arm wurde und blieb $\frac{3}{4}$ Stunden lang beträchtlich heller als zuvor, und das Waſ-

ſer

ſer ſtieg während dieſer Zeit bis auf $1\frac{1}{2}$ Grad, welche das Maas des verzehrten Sauerſtoffgas angaben.

Um das Licht bey einer niedrigen Temperatur im Sauerſtoffgas zu beobachten, ſteckte er durch den Boden einer ſauber durchborten Röhre den längern Theil der Röhre eines Thermometers, und goß hierauf die Oeffnung mit Siegellack zu, um das Eindringen der äußern Luft abzuhalten. Die Kugel des Thermometers ruhte auf einer innerhalb der Röhre befeſtigten kleinern Unterlage, worauf 15 Johanniswürmchen aufgeleimt waren, damit ſie nicht herunterfielen, wenn er beym Hineintreiben des Sauerſtoffs die Röhre mit Waſſer füllte. Sobald das Gas durch den pneumatiſchen Apparat hinaufgeſtiegen war, tauchte er die Mündung der Röhre in ein Gefäß mit Waſſer, und ſtellte dieſes auf den Tiſch. Nun fieng er an, die Röhre mit Schnee zu umgeben, während er an dem obern Theile derſelben beobachtete, was ſich mit dem Lichte der Johanniswürmchen zutrug. Bis zum 5ten Grade blieb es ſehr lebhaft, beym 4ten fieng es an ſchwächer zu werden, und beym Eispunkte verſchwand es gänzlich. Statt des Sauerſtoffgas atmoſphäriſche Luft in die Röhre gelaſſen, erfolgte das bereits oben Erwähnte, daß nämlich das Licht im Sauerſtoffgas in einer um 7 Grad weniger kalten Temperatur verſchwand, als in atmoſphäriſcher Luft.

Unter Waſſer gebracht leuchteten die Johanniswürmchen eben ſo gut, wie in atmoſphäriſcher Luft.

Herr Spallanzani glaubt aus dieſen Beobachtungen eine große Aehnlichkeit zwiſchen den natürlichen Phosphoren und dem Kunkelſchen zu finden. Letzterer leuchtet im Sauerſtoffgas, weniger in atmoſphäriſcher Luft, und in den mephitiſchen Gasarten

ten gar nicht, welches alles auch bey den natürlichen Phosphoren ſtatt finde. Dieſe Identität der Wirkungen leite uns daher auch, gleiche Identität der Urſach zu vermuthen. Nun ſey es erwieſen, daß das Licht des Kunkelſchen Phosphors durch Verbindung des Sauerſtoffs der Atmoſphäre mit der Subſtanz des Phosphors erzeugt werde; dieſe Verbindung ſey aber ein wahres Verbrennen; daher müßte man annehmen, daß aus derſelben Grundurſache auch das Leuchten aller andern Phosphorarten herſtamme.

Durch das Faulen des Holzes, oder richtiger durch die faulende Gährung, geriethen Waſſerſtoff und Kohlenſtoff deſſelben leichter in Berührung mit dem Sauerſtoffe der Atmoſphäre, welche Verbindung ein langſames Verbrennen verurſache. Nun müßten jene Holzarten leuchten, was ſie in der Sphäre der mephitiſchen Gasarten aus Mangel an Sauerſtoff nicht könnten. Eben dieß gelte von einigen Thieren, die zur faulenden Gährung übergehen, wenn die belebende Kraft zu wirken in ihnen aufhöre. Daß aber nicht jedes Holz, nicht jedes faulende Thier phosphoriſch werde, rühre vielleicht daher, weil ſich nicht aus ihnen zu gleicher Zeit eine ſo große Menge Waſſer- und Sauerſtoff entwickle, als erforderlich ſey, um das Leuchten bemerkbar zu machen.

Auf ähnliche Art laſſe ſich auch das Leuchten der leuchtenden Würmer erklären. Das Athmen der Thiere ſey chemiſch betrachtet bloß ein langſames Verbrennen in den Lungengefäßen vermittelſt des Sauerſtoffgas der atmoſphäriſchen Luft, das darin mit dem Kohlen- und Waſſerſtoffe des Bluts zuſammentrete. Eben ſo ausgemacht ſey es durch neuere Verſuche, daß die Inſekten ſelbſt das atmoſphäriſche

Sauerſtoffgas in ſich nähmen, und folglich finde hier eine wahre Verbrennung ſtatt. Die Reſpirationsgefäße der Johanniswürmchen, oder die gewöhnlich an den Seiten der Inſekten liegenden Luftröhren aufzufinden, ſey ihm bey ihnen nicht gelungen. Dennoch habe er geſehen, daß ihr Bauch mit vielen kleinen Löcherchen verſehen ſey, die der Luft den Eintritt verſchafften, und daß das Innere dieſes Bauchs ebenfalls reichlich Luft enthalte. Daher ſey es klar, daß die Luft häufig hinein dringe, und folglich erzeuge die Berührung des Sauerſtoffs mit den beyden verbrennlichen Subſtanzen der in den Gefäßen des leuchtenden Bauches vorhandenen Flüſſigkeiten, nämlich mit dem Kohlen- und Waſſerſtoffe, eine Entzündung, die wegen der Durchſichtigkeit des den Bauch umſchließenden Häutchens von außen her ſichtbar werde.

Einen evidenten Beweis dieſes Verbrennens, oder der Verbindung des Sauerſtoffgas mit den beyden verbrennlichen Subſtanzen, gebe die merkliche Zerſetzung des Sauerſtoffgas, wenn bloß mit ihm das Eudiometer angefüllt werde, worin die Johanniswürmchen ſich befänden.

Vermöge dieſer Theorie könne man nun auch leicht die übrigen Erſcheinungen des Lichts bey jenen Thierchen erklären:

1. Warum ſie in Sauerſtoffgas bey einer höhern Temperatur zu leuchten aufhörten, als in atmoſphäriſcher Luft? Dieſes Phänomen ſtimme mit dem des Kunkelſchen Phosphors überein, der in Sauerſtoffgas meiſtens erſt bey einer Temperatur von 22 Grad zu leuchten anfange, da er dieß in gemeiner Luft bereits beym 6ten Grade thue. Der Grund

in

in beyden Fällen ſey derſelbe und ſtütze ſich auf die Natur des Sauerſtoffgas, deſſen Baſis, wenn es rein ſey, eine milde Temperatur erfordere, um mit dem verbrennlichen Körper zuſammen zu treten, im Gegentheil ſich aber ſchon bey einer niedrigern mit Stickgas verbinde.

2. Warum die zitternde Bewegung, ſo wie jede ſowohl natürliche als künſtlich erregte Bewegung überhaupt, den Glanz des leuchtenden Bauches vermehre? Weil alsdann die Flüſſigkeiten deſſelben durch die beſchleunigte Bewegung dem atmoſphäriſchen Sauerſtoff mehr Kohlen- und Waſſerſtoff zuführten; auf dieſelbe Art, wie bey den vierfüßigen Thieren, den Vögeln, und bey uns das Athmen oder das Verbrennen jener beyden Subſtanzen ſtärker ſey, wenn das Blut durch irgend eine innere oder äußere Bewegung mehr aufgeregt werde.

3. Warum die vom ganzen Körper getrennten leuchtenden Bäuche einige Zeit zu glänzen fortführen? Weil, ſo lange Feuchtigkeiten in ihnen blieben, ihr Waſſer- und Kohlenſtoff fortdauernd ſich mit dem Sauerſtoffe der atmoſphäriſchen Luft verbinde. Endlich

4. Warum die Johanniswürmchen im Waſſer wie in der atmoſphäriſchen Luft leuchten? Weil bekannter Maaßen das Waſſer den Sauerſtoff der Atmoſphäre einſauge.

Herr Corradori o) in Prato hat Einwürfe gegen Spallanzani's Bemerkungen über das Leuchten des faulen Holzes und der Johanniswürmchen gemacht:

I.

o) Auszüge aus dem Briefe Corradori's an Fabroni in den Annales de chimie. n. 6. u. 7. I.

1. die phosphoreſcirenden Holzſtücke leuchten auch unter Waſſer, im Oele, ſelbſt in der torricelliſchen Leere, alſo unter Umſtänden, die dem Sauerſtoffgas gar keinen Zugang verſtatten.

2. Warum bemerkte Spallanzani, als er jenes Holz in Glocken mit Lebensluft einſchloß, keine Verminderung des Volumens derſelben, da er dieſes doch bey den Phosphorſubſtanzen der Johanniswürmer wahrnahm?

3. Es ſey nicht gegründet, wenn mehrere Naturforſcher behaupteten, daß luccioloni und lucciole Einem Geſchlechte zugerechnet werden müßten, weil ſie Gattungsunterſchiede hätten, und zwar daß jene die Weibchen und dieſe die Männchen wären. Er könne verſichern, den Bauch der lucciolen mit Eyern angefüllt geſehen zu haben, nur ſeyen dann die leuchtenden Theile des Bauches ſehr viel kleiner. Sie verſtecken ſich dann, aber man finde ſie zuweilen in dieſem Zuſtande auf Kräutern und Geſträuchen.

4. Auch die luccioloni und lucciole leuchteten im Oele. Aus dieſem Allen ſcheine zu folgen, daß weder bey den Hölzern, noch bey den Johanniswürmchen eine langſame Verbrennung, wie Spallanzani meine, vorgehe. Ueberhaupt führten ſeine Erfahrungen auf Reſultate, welche von denen des letztern ſehr verſchieden waren. Vielleicht, daß die nicht athmenbaren Gasarten auf dieſe phosphoriſchen Subſtanzen einen vorübergehenden Eindruck machten, welcher fähig ſey, das Ausſtrömen ihres Lichts zu verhindern, ſo wie im Gegentheil das Sauerſtoffgas durch eine eigenthümliche Einwirkung dieſes Ausſtrömen vermehre. Warum, fragt er, ſollten nicht jene Gasarten einen Einfluß haben können, den wir noch nicht kennten?

ten? Sahe er doch die phosphoriſche Subſtanz im Weingeiſte und Weineſſige ſogleich ihres Glanzes beraubt werden, aber im Oele, Waſſer und Luft wieder aufleuchten.

5. Die Bemerkung, daß die phosphoriſche Subſtanz derſelben das Volumen der Lebensluft vermindere, ſey nicht entſcheidend; wie viele Subſtanzen veränderten dieſe nicht durch ihre Ausflüſſe und brennten doch nicht, und ſeyen auch keine Phosphoren.

6. Es ſey ferner ein beträchtlicher Unterſchied zwiſchen dem künſtlichen und jedem natürlichen Phosphor; jener leuchte nur bey einer beſtimmten Temperatur, dieſer bey jeder, ſobald ſie nur nicht ſeine Subſtanz angreife. Dieß beweiſe wohl, daß das Leuchten bey dieſem nicht Wirkung einer Verbrennung ſey, da jede Verbrennung eine mehr oder weniger hohe Temperatur bedürfe.

7. Was die Erklärungsart Spallanzani's über die Verwandlung des Holzes in Phosphor betreffe, indem er annehme, daß der entblößte Waſſerſtoff und Kohlenſtoff den Sauerſtoff anziehe: ſo müſſe er ſie nach ſeinen Beobachtungen als unwahrſcheinlich verwerfen. Vielmehr ſey gewiß, daß die Hölzer, ſobald ſie zu leuchten anfangen, ihre harzigen Theile faſt ganz verloren hätten, und daß ſie daher faſt nichts mehr von jenem Grundſtoffe, es ſey Waſſerſtoff oder Kohlenſtoff, der ſie zum Verbrennen geſchickt machte, behielten; daß ſie daher, wenn man ſie in die Flamme werfe, nur ſehr ſchlecht brennten. Er ſey dagegen ganz überzeugt, daß ſie ſich um eben ſo viel dem Phosphoreſciren näherten, als ſie brennbaren Stoff verlieren, und daß davon die Fähigkeit, das Licht zu abſorbiren und zurück zu halten, abhange.

Dieſe Meynung könnte man ohne Zwang auch auf die Fähigkeit verſchiedener Thiere, zu leuchten, ausdehnen. Denn da jene leuchtende Subſtanz weder harziger noch öliger Natur ſey, ſo könne ſie nicht viel Kohlenſtoff und Waſſerſtoff enthalten, alſo auch nicht ſehr verbrennlich ſeyn.

8. Wenn die lucciole wirklich nur darum auch unter dem Waſſer leuchteten, weil ſie nach Spallanzani's Meynung den Sauerſtoff, welchen das Waſſer abſorbirt habe, dazu gebrauchten; ſo müſſe man natürlich fragen, warum der künſtliche Phosphor nicht auch unter Waſſer leuchte? Ferner müßte man dieſe Behauptung auch durch Erfahrung unterſtützen, z. B. daß die phosphoriſche Subſtanz der lucciole wirklich im Waſſer Sauerſtoffgas abſorbire, und daß ſie in dem Waſſer, das kein Sauerſtoffgas enthalte, auch nicht leuchten könne.

Nach des Herrn Corradori [p]) Erfahrungen hängt das Leuchten der Johanniswürmer von keiner äußern Urſache, ſondern ganz von der Willkühr dieſes Inſekts ab. Während ſie frey umherfliegen, iſt ihr Leuchten ſehr gleichförmig, ſobald ſie aber eingefangen werden, leuchten ſie ſehr ungleichförmig, oft gar nicht. Aengſtigt man ſie, ſo verbreiten ſie ein ſehr lebhaftes Licht, und dieß ſcheint ein Zeichen ihres Zorns zu ſeyn. Legt man ſie auf den Rücken, ſo leuchten ſie faſt ununterbrochen, indem ſie ſich bemühen, ſich umzudrehen. Bey Tage muß man ſie quälen, ehe

p) Annali di chimia &c. di *Brugnatelli* in Pavia. 1797. T III. in Gilberts Annalen der Phyſik. B. I. S. 205 f.

ehe ſie leuchten; und daraus ſcheine zu folgen, daß der Tag die Zeit ihrer Ruhe ſey.

Die Johanniswürmchen leuchteten nach Gefallen an jedem einzelnen Theile ihres Bauches; ein Beweis, daß ſie jeden einzelnen Theil dieſes Eingeweides unabhängig von den übrigen bewegen könnten. Die Fähigkeit zu leuchten hört nicht durch Einſchneiden oder Zerreißen des Bauches auf; denn Corradori trennte einen Theil deſſelben, der ganz erloſchen ſchien, vom übrigen Körper, und ſah ihn bald darauf während einigen Sekunden hell leuchten und dann allmählig verlöſchen. Oft ſahe er ſolche abgeſchnittene Stücke plötzlich funkeln und wieder verlöſchen, und bald darauf von neuem leuchten. Dieſe Erſcheinung erklärt er aus einem Ueberbleibſel von Irritabilität, oder aus einem Stimulus, welchen die Luft hervorbringe. Dieß ſchien ihm um ſo wahrſcheinlicher, da eine mechaniſche Erregung dieſelbe Wirkung hatte.

Ein leichter Druck ſey hinreichend, ihnen das Vermögen, willkührlich im Leuchten aufzuhören, zu rauben. Corradori vermuthet daher, daß der Mechanismus, durch den ſie das Aufhören des Leuchtens bewirken, auf einer eigenen Membran beruhe, in welche ſie die phosphoriſche Subſtanz zurückziehen könnten. Eine andere Vermuthung Corradori's iſt, daß dieſes Leuchten in Zitterungen oder Schwingungen der phosphoriſchen Maſſe beſtehe, und daß gar kein Ausſtrömen aus derſelben ſtatt finde, ſondern daß alles im Innern des leuchtenden Bauches vorgehe. Beym höchſten Grade des Leuchtens kann man ohne Schwierigkeit die kleinſte Schrift leſen.

Der

Der leuchtende Theil der Inſekten erſtreckt ſich aber nur über die letzten Ringe ihres Bauches. Dort ſind zwey Membranen, von welchen die eine den obern, die andere den untern Theil des Bauches bildet, und die mit einander verbunden ſind. In dieſem Behältniſſe befindet ſich die leuchtende Maſſe, die einem Teiche gleicht, einen Knoblauchsgeruch, aber wenig Geſchmack hat, und bey dem leichteſten Drucke aus dieſer Art von Taſche herausgeht. So ausgedrückt verliert ſie in wenigen Stunden ihren Glanz, und verwandelt ſich in eine weiße trockene Maſſe.

Taucht man ein Stück des Phosphorbauchs in Oel, ſo leuchtet es nur ſchwach und erlöſcht bald. Im Waſſer leuchtet es dagegen mit gleicher Stärke, wie in der Luft, und länger.

Corradori ſchließt aus dieſem Leuchten in Oel, worin ſich kein Luftbläschen befindet, ſo wie in der torricelliſchen Leere, daß das Leuchten der fliegenden Johanniswürmchen weder die Wirkung einer langſamen Verbrennung, noch, wie Göttling meyne, die Fixirung des Stickgas ſey; und daß die Urſache des ſtärkern Leuchtens dieſer Inſekten im Sauerſtoffgas nicht durch ein lebhafteres Verbrennen in dieſem Gas, ſondern dadurch veranlaßt werde, daß ſich die Inſekten, wie die meiſten Thiere, im Sauerſtoffgas vorzüglich wohl befänden. Dagegen meynt er, daß das Licht, welches dieſe Inſekten zeigen, ihnen eben ſo angenehm und eigenthümlich ſey, wie den andern Thieren die Fähigkeit, in beſtimmten Organen das elektriſche Fluidum zu ſammeln und willkührlich zu verbreiten, und daß ſich das Fluidum, welches das Licht bildet, bey ihnen vielleicht in einem verdichteten Zuſtande befinde. Es iſt möglich, ſagt er, daß ſie durch ihre beſondere

Organiſation die Fähigkeit beſitzen, aus ihren Nahrungsmitteln das Licht auszuſcheiden, und es in dem beſchriebenen Behälter zu ſammeln. Oder ſie dienen vielleicht dazu, aus der atmoſphäriſchen Luft dieſes Licht eben ſo durch einen chemiſchen Prozeß auszuſcheiden, wie andere Thiere die Wärme. Das Syſtem Götling's, ſo wie es Brugnatelli vereinfacht habe, könne dieſer Meynung ſehr viel Wahrſcheinlichkeit geben.

Endlich zeigt Corradori noch, daß das Leuchten dieſes Inſekts von ſeinem Leben unabhängig ſey, und mehr von dem nöthigen Grade der Weichheit der phosphorescirenden Subſtanz abhänge. Das Trocknen derſelben endigt das Leuchten, welches ſich jedoch beym Einweichen in Waſſer wieder zeigt; ein Umſtand, den Reaumür, Beccaria und Spallanzani auch bey den Pholaden und Meduſen bemerkt haben.

Taucht man ſie abwechſelnd in laues und kaltes Waſſer, ſo leuchten ſie in jenem lebhaft, in dieſem erlöſchen ſie, welches Corradori aus dem Wohlbefinden im erſtern und aus dem Uebelbefinden im letztern ableitet.

Ueber das Leuchten des faulen Holzes hat auch Herr von Humboldt ſehr genaue Verſuche angeſtellt. Im kohlenſauren Gas, durch Phosphor des Sauerſtoffgas beraubt, hörte das Leuchten auf; einige hineingebrachte atmoſphäriſche Luft ſtellte es aber wieder her. Im Sauerſtoffgas leuchtete das Holz nicht ſtärker; die Abſorption war nicht ſtark, aber bald bemerkte man Kohlenſäure darin. Im reinen Stickgas, ſo wie im reinen Waſſerſtoffgas erloſch das Licht ſchnell;

ſchnell; hineingelaſſene atmoſphäriſche Luft ſtellte das Leuchten wieder her. Dieſe Luftarten waren durch Phosphor gereinigt. Damit man aber die Schuld dieſes Verlöſchens nicht der verdampften phosphoriſchen Säure geben könne, zeigte Herr von Humboldt, daß das Holz in atmoſphäriſcher Luft, die ſtark damit angefüllt war, leuchtete. Heiße Luft und heißes Waſſer vernichten das Leuchten (zwiſchen 30 und 32° Reaum. hört das Leuchten auf), im kalten Waſſer leuchtet es lange. In alkaliſcher Auflöſung verſchwindet der Glanz; im Alkohol in 6 Minuten; in allen Säuren 9 bis 12 Minuten nach dem Eintauchen. Ueberdieß hat Herr von Humboldt noch angeführt, daß das unterirdiſche Grubenholz nie leuchte; er glaubt dieß der Abweſenheit des Lichts zuſchreiben zu können, und führt ein Beyſpiel von einem Bolzen an, deſſen oberer Theil nur ſo weit er dem Lichte ausgeſetzt war leuchtete. Dagegen bemerkt aber Herr von Arnim, daß er ein Holz, welches fortdauernd dem Lichte ausgeſetzt geweſen war, nicht leuchten geſehen habe, und Herr Gärtner, ein ſorgfältiger Beobachter dieſer Erſcheinungen, fordere ausdrücklich Abweſenheit des Lichts. Nie werde das äußerlich faule Holz leuchten; gemeiniglich müſſe man bey den Hölzern ein Stück wohl erhaltenes Holz von dem leuchtenden abreiſſen, und dieſes, durch das umgebende Holz von dem Sauerſtoffgas der Atmoſphäre geſondert, könne ſo durch Fäulniß eine Miſchung erhalten, in der es ohne vorhergehende Temperaturerhöhung verbrenne.

Da bisher nur ſehr wenige Beobachtungen über diejenige Gattung des Lichts, welches verſchiedene Körper von ſelbſt ausſtrömen, bekannt waren, ſo unter-

nahm es Herr Natham Hulme [q]), dieſen wichtigen Gegenſtand einer nähern Prüfung zu unterwerfen. Der Ort, wo er ſeine Verſuche anſtellte, war ein finſteres Steingewölbe, deſſen Wärme das Jahr hindurch abwechſelnd zwiſchen 40 und 54° Fahrenh. war. Die Reſultate ſeiner Verſuche gaben ihm folgendes:

1. Die Menge des Lichts, welches faulende thieriſche Körper ausſtrömen, ſteht nicht im Verhältniß mit dem Grade der Fäulniß, wie man gewöhnlich annimmt; ſondern je größer die Fäulniß iſt, deſto geringer iſt umgekehrt die Menge des ausſtrömenden Lichts. So leuchteten drey friſche, geſchuppte und ausgenommene Heringe, welche an einem Faden aufgehangen waren, anfänglich außerordentlich ſtark. Als ſie aber mehr in Fäulniß übergingen, verminderte ſich die Menge des Lichts, und es erloſch zuletzt gänzlich. Eben dieß fand auch bey Makrelen und beym thieriſchen Fleiſche ſtatt.

2. Dieß freywillig ausſtrömende Licht iſt ein beſonderer Beſtandtheil verſchiedener Körper, vorzüglich der Seefiſche, und kann durch einen eigenen Prozeß von ihnen getrennt, zurückgehalten, und eine Zeitlang bleibend gemacht werden. Es ſcheint ihrer ganzen Subſtanz einverleibt, und ein Beſtandtheil derſelben nach der Art aller Beſtandtheile zu ſeyn. 4 Drachmen der Quere nach abgeſchnittenes friſches Heringsfleiſch wurde in eine weithalſige runde Drey-Unzen-Flaſche gelegt, und darin mit einer Auflöſung von zwey Drachmen Epſom- oder Bitterſalz in zwey Unzen kaltes Brunnenwaſſer übergoſſen. Am zweyten Abend konnte man deutlich einen leuchtenden Ring wahr-

q) *Nicholſon's* journal of natural philoſophy. Vol. IV.

wahrnehmen, der auf der Oberfläche der Flüſſigkeit ſchwamm, indeß der untere Theil derſelben dunkel war. Als die Flaſche geſchüttelt wurde, wurde das Ganze ſogleich leuchtend, und blieb in dieſem Zuſtande. Am dritten Abend hatte ſich das Licht wieder an die Oberfläche erhoben, aber der leuchtende Ring ſchien weniger lebhaft, und beym Schütteln wurde die Flüſſigkeit nicht ſo hell erleuchtet, bis endlich das Licht ganz erloſch.

Als ferner ein friſcher Hering der Länge nach zerſchnitten, und beyde Stücke aufgehangen wurden, ſo waren dieſe in der zweyten Nacht an der Hautſeite ſehr glänzend, in der dritten Nacht war auch der fleiſchige Theil mit einem reichen Azurlichte dick bedeckt; in der vierten Nacht bis zur ſechſten Nacht blieb dieſer Theil noch glänzend, und es war zu bewundern, welch eine außerordentliche Menge Licht von der innern Seite dieſes einzelnen Fiſches ausſtrömte.

Herr Hulme bemerkt hiebey, daß das Licht wahrſcheinlich der Beſtandtheil iſt, der nach dem Tode der Seefiſche zuerſt entweicht.

3. Einige Stoffe haben das Vermögen, das freywillige Licht auszulöſchen, wenn es mit ihnen in Berührung geſetzt wird. Die leuchtende Materie, die vom Heringe und der Makrele ausgeht, wurde ſchnell ausgelöſcht, wenn man ſie mit folgenden Subſtanzen vermiſchte: 1. Waſſer für ſich allein; 2. Waſſer, das mit ungelöſchtem Kalk, oder mit kohlenſaurem Gas, oder mit Schwefellebergas angeſchwängert war; 3. gegohrne Säfte; 4. Spirituoſa, 5. mineraliſche Säuren; 6. fixe und flüchtige Laugenſalze aufgelößt in Waſſer; 7. Mittelſalze, nämlich ſaturirte

tirte Auflöſungen von Epſomer Salz, Küchenſalz mit Salmiak; 8. Aufgüſſe von Chamillenblumen, ſpaniſchem Pfeffer und Kampfer, mit ſiedend heißem Waſſer bereitet, aber erſt nach ihrem gänzlichen Erkalten angewandt; 9. reiner Honig, wenn er ohne weitern Zuſatz gebraucht wurde.

4. Andere Stoffe haben die Kraft, das von ſelbſt entſtehende Licht eine Zeitlang dauernd zu machen, wenn es mit ihnen in Berührung kommt. Ein Theil des vom Heringe abgeſchabten Lichts wurde gemiſcht mit einer Auflöſung von 2 Drachmen Epſomer Salz in 2 Unzen kaltes Brunnenwaſſer. Nachdem das Gemiſch eine Zeitlang durch einander geſchüttelt war, wurde die ganze Flüſſigkeit ganze 24 Stunden hindurch leuchtend.

5. Wenn das von ſelbſt entſtehende Licht durch irgend einen Stoff ausgelöſcht iſt, ſo geht es nicht verloren, ſondern kann zu ſeinem vorigen Glanze wieder erweckt werden, und zwar durch die einfachſten Mittel. Es wurde etwas ſcheinender Stoff von einer Makrele zu einer Auflöſung von 7 Drachmen Epſomer Salz in einer Unze Waſſer gemiſcht. Das Licht derſelben wurde auf der Stelle erſtickt. Als man hierauf zu dieſer Auflöſung noch 6 Unzen kaltes Brunnenwaſſer goß, ſo leuchtete die ganze Flüſſigkeit zum Erſtaunen aufs ſchönſte.

6. Das von ſelbſt entſtehende Licht wird lebhafter gemacht durch Bewegung.

7. Auch iſt dieſes Licht von keiner merklichen, durch das Thermometer wahrnehmbaren Wärme begleitet.

8. Die Kälte erlöſcht das von ſelbſt entſtehende Licht für eine gewiſſe Zeit, aber nicht für immer.

9. Eine mäßige Erwärmung erhöht das Licht, eine ſtarke Hitze hingegen verlöſcht es.

Hierauf unterſuchte Hulme auch, was für Wirkungen verſchiedene Luftarten auf das von ſelbſt ausſtrömende Licht hervorbringen. Seine Verſuche zeigten, daß todte Körper, wie Heringe, Makrelen und andere, das Licht nur aus Stellen, welche eine Zeitlang mit der atmoſphäriſchen Luft in Berührung geweſen ſind, ausſtrömen laſſen, und daß ein Luftſtrom aus Blaſebälgen dieſe Art von Licht nicht verſtärkt, wie das bey dem Lichte der Fall iſt, das ſich beym Verbrennen zeigt. Im Sauerſtoffgas ward dieſe Art von Licht nicht merklich lebhafter, als es in atmoſphäriſcher Luft iſt; ganz dem entgegen, was mehrere Schriftſteller behaupten. Im Stickgas, welches gewöhnlich das Leuchten der Körper vermindert, war es beſonders merkwürdig, daß dasjenige, welches unfähig iſt, das Licht beym Verbrennen zu unterhalten, dem von ſelbſt entſtehenden Fiſchlichte, wenn es auf einem Kork geſchmiert iſt, ſo ausnehmend beförderlich iſt, und es glänzender und überhaupt länger erhält, dabey doch das Fiſchfleiſch verhindert, leuchtend zu werden, und den Schein des faulen Holzes verlöſcht. Was das Waſſerſtoffgas betrifft, ſo hindert dieſes im Allgemeinen das von ſelbſt entſtehende Licht, ſich zu entwickeln, oder verlöſcht es, wenn es im Entbinden iſt, ohne daß es jedoch daſſelbe unfähig macht, in der atmoſphäriſchen Luft ſchnell wieder angefacht zu werden, wenn gleich der ſcheinende Körper eine beträchtliche Zeitlang im Hydrogengas im Zuſtande der Dunkelheit erhalten worden. Auch das

kohlen=

kohlenſaure Gas hat die Eigenſchaft, das von ſelbſt entſtehende Licht zu verlöſchen; doch nur ſo, daß es ſich an der atmoſphäriſchen Luft wieder anfacht. Noch viel ſchneller, als das Sauerſtoffgas, bringt das Schwefelwaſſerſtoffgas das von ſelbſt entſtandene Licht zum Verlöſchen, ſo daß das darin erloſchene Licht in der atmoſphäriſchen Luft erſt ſpäter wieder erſcheint. Das Salpetergas hindert das von ſelbſt entſtehende Licht, ſich zu entwickeln, und verlöſcht das ſich bereits entbundene ſchnell. Zugleich macht es, daß das Licht (das der Johanniswürmchen ausgenommen) auch in der atmoſphäriſchen Luft ſich nicht mehr entbindet. Im luftleeren Raume verloſch das Licht zuletzt gänzlich; als die Luft aber wieder zugelaſſen wurde, ſtrahlte es ſogleich in ſeinem vorigen Glanze fort.

Dieſe neuern Bemerkungen über die verſchiedenen Lichtmagnete haben auch verſchiedene Meynungen über die Natur des Lichts veranlaßt. Mehrere nehmen mit den erſtern Beobachtern an, daß das Licht, als eigene Materie, von den ſogenannten Leuchtſteinen eingeſogen werde, und ihnen adhärent ſey, welches ſie aber im Dunkeln wieder ausſtrömten, und dadurch das Leuchten verurſachten. Auch Viele unter denjenigen, welche das Leuchten der natürlichen und künſtlichen Phosphore als ein wirkliches Verbrennen betrachten, wovon weiter unten mehrere Beobachtungen erzählt werden ſollen, haben eine eigene Lichtmaterie behauptet, welche wiederum von Einigen als verſchieden, von Andern als einerley mit der Wärmematerie betrachtet wird. Noch Andere ſuchen hieraus die Nichtexiſtenz der Lichtmaterie darzuthun.

Herr Prof. Yelin r), welcher die Lichtmaterie für eine bloße Modification der Wärmematerie annimmt, macht gegen diejenigen, welche eine beſondere Lichtmaterie annehmen, folgende Bemerkungen:

1. Wenn das Licht von den Phosphoren wirklich eingeſogen wird, ſo müßten dieſe gerade ſolches wieder ausſtrahlen, welches man auf ſie fallen ließ; rothes, grünes, u. ſ. w. Licht, je nachdem man ſie rothen, gelben oder andern Strahlen ausgeſetzt hätte. Es iſt aber gewiß, daß das Licht dieſer Lichtmagnete ein mal wie das andere mal ausſieht.

2. Warum ſollten die Lichtmagnete in irreſpirabeln Gasarten, in denen ſie nicht leuchten, nicht auch Licht einſaugen können? — oder, wenn ſie es thun, warum nicht wieder ausſtrahlen?

Auch bemerkt Herr Scherer s), daß die Erſcheinungen des Canton'ſchen Phosphors vom bloßen Einfluſſe des Lichts keinesweges abhängen könnten, indem er Beccari's Beobachtung (Th. IV. S. 770.), nach welchem dieſer Phosphor, wenn er mit gefärbten durchſichtigen Gläſern bedeckt den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt wird, nachher im Dunkeln unbedeckt mit einem eben ſo gefärbten Lichte leuchten ſoll, als die Farbe des Glaſes iſt, womit er vorher bedeckt war, nicht beſtätigt gefunden habe; indeß ſcheine ſie noch einer genauern Prüfung zu verdienen, als es ihm möglich geweſen ſey.

In

r) Lehrbuch der Experimental-Naturlehre. Ansbach 1796. S. 289.

s) Nachträge zu den Grundzügen der neuern chemiſchen Theorie. Jena 1796. 8. S. 91 u. f.

In Rückſicht des Balduiniſchen Phosphors bemerke er nur eine Beobachtung, die es ihm wahrſcheinlich mache, daß auch das Leuchten deſſelben von dem Zutritte des Sauerſtoffgas abhänge: daß nämlich der größte Theil der in der Mitte übrigbleibenden Erde die leuchtende Eigenſchaft nicht annimmt, ſondern immer nur ringsum an der Oberfläche dieſes Leuchten zeigt. Er macht ſich von dem Leuchten des Canton'ſchen und Bononiſchen Leuchtſteins folgende Vorſtellung. Er glaubt es als Thatſache annehmen zu dürfen, daß oxydirte, d. h. mit wenigem Sauerſtoffe verbundene Subſtanzen, die Fähigkeit beſitzen, ſich des Sauerſtoffs aus ſeinen übrigen Verbindungen ſehr ſchnell zu bemächtigen. Die Schwefelſäure des Schwerſpaths, der zur Bereitung des Bononiſchen Leuchtſteins dienet, werde offenbar zerſetzt, weil theils die Bereitung nur unter dem Einfluſſe der Kohlen gelinge, deren Kohlenſtoff ſich mit dem Sauerſtoff zur Kohlenſtoffſäure vereinige, theils gebe es auch der deutliche Geruch nach Schwefelerde hinreichend zu erkennen, theils werde es auch daraus wahrſcheinlich, daß derſelbe die Fähigkeit, zu leuchten, nachdem er ſie verloren habe, wieder erhalte, wenn ihm durch wiederholtes Glühen aufs neue der aus der Luft während ſeinem Leuchten angenommene Sauerſtoff entzogen werde. Von dem Canton'ſchen ſey es offenbar, daß er wirklich einen Antheil Schwefel im oxydirten Zuſtande erhalte, da man bey der Bereitung deſſelben allen Zutritt der Luft nicht abzuhalten vermöge, und da man auch in ähnlichen Zuſammenſetzungen wirklich ſchwefelſaure Kalkerde gefunden habe. Würden nun dieſe Schwefelerden, in denen der Schwefel ſich im oxydirten Zuſtande befinde, dem Einfluſſe der atmoſphäriſchen Luft bey einer nicht zu niedrigen Temperatur ausge-

ausgeſetzt, ſo ſäuerten ſie ſich vollkommener, — es ſey demnach dieſes Leuchten ein ſchwaches Verbrennen zu nennen. Inwiefern hiebey das in der Luft befindliche Waſſer mitwirke, wäre ebenfalls noch auszumitteln. Dieſe Erklärung werde ihm beſonders dadurch wahrſcheinlicher, weil nach der Entziehung des aufgenommenen Sauerſtoffs auch die Fähigkeit zu leuchten wieder hergeſtellt werde.

Was die ſogenannten Irrlichter betrifft, ſo beobachtete Herr Chladni [t]) im Jahre 1781. in der Dämmerung an einem warmen Herbſtabende, kurz nach einem Regen, eine merkwürdige Erſcheinung im großen Garten bey Dresden. Viele leuchtende Punkte hüpften im naſſen Graſe nach der Richtung des Windes; einige ſetzten ſich an die Räder des Wagens. Bey der Annäherung flohen ſie, ſo daß es ſchwer ward, ſie zu erhaſchen; die Herr Chladni aber faßte, waren kleine gallertartige Maſſen, wie Froſchleich. Sie hatten weder merklichen Geruch noch Geſchmack, und mochten nach Herrn Chladni's Urtheile verfaulte Pflanzentheile ſeyn.

Nach dem Urtheile der Antiphlogiſtiker ſind die Irrlichter wahrſcheinlich weiter nichts, als gephosphortes Waſſerſtoffgas, welches ſich aus verfaulten thieriſchen und vegetabiliſchen Subſtanzen entwickelt. Auch vermuthet Herr Hube [u]), daß die Irrlichter auf ähnliche Art, wie das Leuchten faulender Fiſche, aus faulenden Dämpfen entſtehen, welche ſich in die Luft

t) Ueber den Urſprung einiger Eiſenmaſſen u. ſ. f. Leipz. 1794. 4. S. 27.

u) Vollſtänd. und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. Th. II. Brief 45.

Luft erheben, und ohne Wärme leuchten; übrigens dauerten ſie zu lange, als daß ſie brennen ſollten.

Nach Volta's [x]) Muthmaßung entſtehen die Irrlichter von der aus moraſtigen Oertern aufſteigenden brennbaren Sumpfluft, welche durch die Vermiſchung mit atmoſphäriſcher Luft entzündet werden kann. Dieſe durch einen elektriſchen Funken entzündet gebe nämlich eine bläuliche Flamme, welche dem Scheine der Irrlichter ziemlich ähnlich ſey. — Nach dieſer Muthmaßung iſt es nur nicht ganz einzuſehen, durch welche Naturoperation ein elektriſcher Funke entſtehe, welcher die aus den Sümpfen aufſteigende Luft anzünden könne. — Nach Reimarus [y]) können die Irrlichter deswegen nicht elektriſch ſeyn, weil ihr Licht zu matt wäre.

Eigenſchaften des Isländiſchen Kryſtalls oder des Doppelſpaths.

Beccaria hatte die Frage aufgeworfen, ob es nicht, außer dem Doppelſpath und Bergkryſtall, noch mehr Körper gebe, welche eine vielfache Brechungskraft beſitzen? Nach Briſſon [z]) ſoll man wirklich die Verdoppelung der Bilder in allen durchſichtigen und feſten Körpern, die künſtlichen Gläſer, den Flußſpath und einige Edelgeſteine ausgenommen, finden.

Der

x) Lettere ſullaria inflammabile nativa delle paludi. Como 1776. 8.

y) Vom Blitze. §. 100. u. 168.

z) Péſanteur ſpecifique des corps &c. à Paris 1787. 4. Préf.

Der Abbé Rochon [a]) will gefunden haben, daß man einen künſtlichen Doppelſtein erhalte, wenn man Scheibchen Glas von verſchiedener Brechbarkeit auf einander legt, und ſolche durchs Feuer mit einander verbindet oder zuſammenſchmilzt.

Herr Silberſchlag [b]) hat verſucht, eine Erklärung von den Erſcheinungen des isländiſchen Kryſtalls zu geben. Er führt an, daß der Zuſammenhang der Theile, die allemal eine rhomboidaliſche Figur bilden, nach der Richtung durch die Diagonale von einem ſpitzigen Winkel zum andern am ſtärkſten ſey. Nach ihm ſoll die Linie der Verdoppelung allezeit mit der Diagonale aus den ſtumpfen Ecken parallel gehen. Allein nach Huygens ſehr genauen Beſtimmungen erfolgt dieß nicht; denn der Hauptſchnitt iſt keine Diagonalfläche. Die Erklärung des Herrn Silberſchlags kommt darauf an, daß von einem Punkte, auf welchen ein rhomboidaliſcher Körper gebracht worden, einige Strahlen aus der Oberfläche, andere aus der Seitenfläche herauskommen, und wegen der verſchiedenen Brechung das Auge rühren können. — Es laſſen ſich zwar hieraus einige Erſcheinungen erklären; allein Huygens Beobachtungen der Brechung durch mehrere Stücke, und die von Martin bleiben daraus ganz unerklärbar.

Auch

a) Recueil de mémoires ſur la mécanique et la phyſique. à Paris 1783. 8.

b) Ueber den isländiſchen Kryſtall oder Doppelſpath, in den Beobachtungen und Entdeckungen aus der Naturkunde von der Geſellſch. naturforſch. Freunde zu Berlin. B. II. St. 2. 1787.

Auch Herr Hauy [c]) hat ſich mit dieſem Gegenſtande beſchäftigt, und beſonders verſchiedene Thatſachen, die man im Allgemeinen durch eine oder zwey rhomboidaliſche Stücke des Kryſtalls beobachten kann, angegeben, und nachher verſucht, dieſe Thatſachen ganz allein aus der gewöhnlichen Brechung zu erklären.

Es ſey (fig. 9.) be ein Rhomboid von Kryſtall, welches ſo liegt, daß a und n die beyden ſtumpfeſten Ecken ſind, welche von drey ſtumpfen Winkeln von $101^\circ\ 32'\ 13''$ gebildet werden, und daß ihre untere Baſis auf einem Papiere ruht. Ein Punkt p mit Tinte gezeichnet falle in die kleinere Diagonale bn der untern Baſis. Man halte das Auge ſo, daß der Strahl in der Ebene baen ſey, die durch die kleinern Diagonalen ae und bn, und durch die Seitenlinien ab und en begrenzt wird. Wenn nun der Seheſtrahl vom Punkte p zu gleicher Zeit perpendikulär iſt auf bn, ſo ſieht man ein Bild dieſes Punkts in der Richtung der Perpendikulärlinie, und ein zweytes, das einem Punkte l zugehört, auf der Diagonale zwiſchen p und n. Dieſes zweyte Bild liegt tiefer als das erſte unterhalb der Fläche adef.

Wenn ſich der Seheſtrahl nach einer oder der andern Seite von der Perpendikulärlinie beym Punkte p entfernt, doch ſo, daß er noch in der Ebene bane bleibt, ſo wird der Beobachter ebenfalls wahrnehmen, daß die Bilder des Punkts p nicht weiter auf der Linie bn, auch nicht auf einer damit parallel laufenden, ſondern

c) Choix ſur divers objets d'hiſtoire naturelle par MM. *Lamark*, *Bruquière*, *Olivier*, *Hauy* et *Pelletier*. T. I. à Paris 1792. überſ. in Grens neuem Journal der Phyſik. B. II. S. 403. f.

ſondern auf einer Linie liegen, die einen größern oder kleinern Winkel mit bn bildet, doch ſo, daß das tiefere Bild immer dem Winkel n am nächſten iſt.

Auch gibt es eine Stellung des Auges, bey welcher das tiefer liegende Bild in der Verlängerung des Seheſtrahls iſt. Dieſe findet ſtatt, wenn etwa nur 2 Grad fehlen, damit der Strahl mit der Seitenkante ab parallel ſey. In dieſem Falle hat Hauy die Neigung des Seheſtrahls, gegen die Diagonale ae unterhalb des Rhomboids genommen, 73° 38′ gefunden, woraus folgt, daß der Winkel, welcher durch ae mit dem verlängerten Seheſtrahle unter der Fläche adef gebildet wird, 106° 22′ iſt, während der Winkel eab = 108° 27′ iſt.

Eine merkwürdige Beobachtung iſt folgende von Herrn Monge: man nehme das Rhomboid, lege den Zeigefinger an die Kante ab, den Daumen an die Kante en, und halte die obere Fläche adef ſehr nahe ans Auge, ſo daß das eine von den beyden Bildern, z. B. das Bild p, jenſeits des andern Bildes l in Beziehung auf den Beobachter liege. Nun führe man eine Karte, die man an die untere Fläche hält, an derſelben ſanft von b gegen n, bis ſie eins von beyden Bildern bedeckt. Man ſieht mit Verwunderung, daß das Bild, welches die Karte dem Geſichte entzieht, nicht das Bild p iſt, das nach der Seite hin liegt, von welcher die Karte kommt, ſondern das Bild l zunächſt an der Seite des Beobachters.

Betrachtet man die Bilder eines Punkts durch zwey über einander liegende Rhomboiden, welche ſo geſtellt ſind, daß ihre analogen Seitenflächen unter

ſich parallel laufen, ſo ſieht das Auge ebenfalls noch zwey Bilder vom Punkte p, welche bloß weiter von einander abſtehen, als bey einem einzelnen Rhomboid. Wird das obere Rhomboid auf dem untern herumgedreht, ſo daß beyde eine ſolche Lage gegen einander haben, wie die fig. 10. anzeigt, ſo ſieht das Auge ebenſalls zwey Bilder, welche einander deſto näher liegen, je mehr ſich die Dicken der angewandten Rhomboiden gleich kommen, dergeſtalt, daß wenn die Dicken gleich ſind, der Punkt p auf der Diagonale bn, und der Seheſtrahl in der Ebene aenb iſt, beyde Bilder zu einem einzigen zuſammenfließen.

Merkwürdig ſind aber folgende Phänomene mit zwey Rhomboiden. Wenn dieſe ſo über einander geſtellt ſind, daß die analogen Seitenflächen mit einander parallel laufen, ſo laſſe man das obere Rhomboid auf dem untern ſich ſanft drehen, doch ſo, daß ſie mit ihren Flächen immer parallel ſind, wofern ſie nicht auf einander liegen; man wird bald zwey neue Bilder entſtehen ſehen, welche anfänglich ſehr ſchwach ſind, und nach und nach an Intenſität zunehmen. Zu gleicher Zeit werden die beyden erſten Bilder ſtufenweiſe ſchwächer werden, und endlich ganz verſchwinden, welches geſchieht, ehe das obere Rhomboid $\frac{1}{4}$ von der ganzen Umdrehung gemacht hat. Fährt man mit der Umdrehung des obern Rhomboids fort, ſo finden dieſelben Wirkungen ſtatt, aber in verkehrter Ordnung, nämlich die beyden erſtern Bilder erſcheinen wieder, und ihre Stärke nimmt nach und nach zu, während die der beyden andern abnimmt, bis ſie endlich ganz verſchwinden, wenn das obere Rhomboid gegen das Ende einer halben Umdrehung kommt. Uebrigens bemerkt man, daß die vier Bilder immer gegen die

vier Winkel eines Vierecks zu liegen, deſſen Figur ſich ändert, ſo wie das obere Rhomboid gegen das untere ſeine Lage ändert.

Alle dieſe Erſcheinungen erklärt Herr Hauy nach den gewöhnlichen Regeln der Brechung auf folgende Art: es ſey (fig. 11.) aenb ein Durchſchnitt dieſes Spaths in der Ebene des Vierecks, welches in fig. 9. durch eben dieſelben Buchſtaben bezeichnet iſt. Wenn ein Strahl ſt ſenkrecht auf ae fällt, ſo wird dieſer Strahl beym Einfallspunkte t ſich in zwey Theile theilen, anſtatt einfach zu bleiben, wie im Glaſe, Waſſer u. ſ. f. Der eine tl wird in der Richtung des einfallenden Strahls bleiben, wie im gewöhnlichen Falle, und der andere wird ſich vom vorigen nach tf entfernen, und gegen den ſpitzen Winkel b zu werfen. Iſt der einfallende Strahl ST ſchief auf ae, ſo wird er ſich ebenfalls in zwey Theile theilen, wovon der eine Theil TL ſich wie gewöhnlich brechen, und dem Einfallslothe CM nähern wird, ſo daß der Brechungsſinus beſtändig $\frac{3}{5}$ des Einfallsſinus iſt; der andere Theil FT wird ſich ſtets vom vorigen entfernen gegen den Winkel b hin nach einem beſondern von Herrn Hauy nicht angegebenen Geſetze. Die Brechung dieſes Strahls TF hat mit den gewöhnlichen Brechungen das gemein, daß dieſer Strahl nach ſeinem Austritte in F eine Richtung FH erhält, die der des einfallenden Strahls ST parallel iſt. Den Strahl TL nennt Herr Hauy den gewöhnlichen Strahl, und den Strahl TF den Abweichungsſtrahl, und die Entfernung FL eines Strahls vom andern auf der untern Fläche die Weite der Abweichung.

Es ſey nun wiederum (fig. 12.) aenb die vierſeitige Durchſchnittsfigur, die aus den kleinern Diagonalen der beyden Oberflächen und den zugehörigen Seitenkanten entſpringt; ferner ſey p ein ſichtbarer Punkt, der in einer gewiſſen Entfernung unter dem Spathe iſt, und ſ ſey die Stelle des Auges. Der Punkt p ſchickt gegen den Spath Strahlen in allen möglichen Richtungen. Unter allen dieſen Strahlen giebt es einen, wie pl, deſſen Theil lt, der als gewöhnlicher Strahl anzuſehen iſt, nach der Brechung in t zum Auge in ſ nach einer Linie tſ, die mit pl parallel iſt, gelangt. Der Abweichungsſtrahl, welcher dem einfallenden Strahl pl zugehört, entfernt ſich von der Richtung lt gegen den ſpitzen Winkel e zu, und da er bey ſeinem Austritte, z. B. in z, wieder mit pl parallel wird, ſo geht er fürs Auge verloren.

Unter allen andern Strahlen, die von dem Punkte p ausgehen, giebt es nun einen zweyten, deſſen Richtung po ſich der Richtung pl ſo nähert, daß, wenn or der gewöhnliche Strahl für dieſen zweyten Strahl iſt, der Theil ou, welcher der Abweichungsſtrahl iſt, den Strahl lt beym Punkte k durchkreuzt, und nach ſeinem Austritte in u eine Richtung uſ parallel mit po nimmt und das Auge trifft. Dieſe Vorausſetzung iſt immer möglich; denn weil die Weite der Abweichung ur ſtets eine merkliche Länge hat, ſo kann man den Strahl po, bey einer ſo kleinen Entfernung pl, unter einer ſolchen Neigung nehmen, daß von der einen Seite das Ende u dieſer Weite über den Punkt t hinaus gegen den Winkel e zu liegen komme, und von der andern Seite der in u heraustretende Strahl gegen den Punkt ſ zu gerich-

gerichtet ſey. Es gehört aber für die Theorie, die Entfernung und Neigung, auf welche es hier ankommt, in Beziehung auf einen gegebenen Einfallswinkel des Strahls pſ zu beſtimmen.

Das Auge ſieht nun zwey Bilder von p, eins nach der Richtung ſt, welches das gewöhnliche Bild iſt, und ein anderes nach der Richtung ſu, welches dem ſtumpfen Winkel n näher liegt, und das Bild der Abweichung iſt. Was den Strahl or betrifft, ſo kann er wegen ſeines Parallelismus mit po nach ſeinem Austritte in r das Auge nicht treffen.

Man ſieht nun, warum bey dem oben erwähnten Verſuche des Herrn Monge das Bild, das gegen die Seite des Beobachters in der Richtung ſu liegt, zuerſt verſchwindet, weil der Strahl po, von welchem ſu herrührt, wegen der Durchkreuzung der Strahlen ou und lt in k, auf der entgegengeſetzten Seite liegt.

Wenn der Punkt p unmittelbar auf der Baſis in bn iſt, ſo werden die Theile ko, kl null, und der Punkt k fällt mit dem Punkte p zuſammen, das Auge ſieht alſo noch immer zwey Bilder vermittelſt der Strahlen kuſ, ktſ, die in der gehörigen Richtung ſind.

Zuletzt bemerkt Herr Hauy noch, daß die Flächen des Rhomboids eine ſtark reflektirende Kraft beſitzen, daher es kommt, daß gewiſſe Strahlen, die von einem und eben demſelben Punkte ausgehen, von den innern Seitenflächen in ſolchen Richtungen zurückgeworfen werden, daß ſie nach dem Austritte aus der ebenen Fläche zum Auge gelangen, und die Bilder des ſichtbaren Punkts vervielfältigen.

Bey dieſer Erklärung der angeführten Erſcheinungen nimmt aber Herr Hauy ſchon im voraus das Doppeltſehen durch den Kryſtall an, und ſucht alsdann mit Hülfe der gewöhnlichen Brechungen die Lage der doppelt gebrochenen Strahlen begreiflich zu machen. Es bleibt alſo das eigentlich problematiſche noch immer unaufgelößt, woher es nämlich komme, daß die Gegenſtände durch den isländiſchen Kryſtall dem Auge doppelt erſcheinen? Hiebey iſt es aber wohl mehr als wahrſcheinlich, daß der Grund vorzüglich in der Structur des Kryſtalls liege.

Höfe und Nebenſonnen.

Herr Hube [d]) ſucht die Urſache von der Entſtehung der Höfe in der Beugung des Lichts. Es ſey ein leuchtender Punkt, z. B. ein Fixſtern, ſehr weit von dem Auge (fig. 13.) o in der geraden Linie eo, ſo kann man alle von ihm kommende Strahlen, welche auf Dünſte fallen, die nicht weit vom Auge abſtehen, als parallel mit eo anſehen. Setzt man alſo, es befänden ſich zwiſchen dem Auge und dem Sterne einzelne niederſchlagende Waſſerdünſte, welche jederzeit die Geſtalt kleiner kugelrunder Luftbläschen haben, in der Atmoſphäre; ſo wird das Licht, welches durch die Bläschen ſelbſt geht, zwar ſehr geſchwächt, aber nicht von ſeinem Wege abgelenkt, weil die Bläschen mit Luft angefüllt, und ihre Häute ſehr dünn und in parallele Seiten eingeſchloſſen ſind. Das Licht hingegen, welches zwiſchen den Bläschen hindurchgeht, von welchen Herr Hube annimmt, daß ſie ziemlich weit von einander abſtehen und einen

d) Vollſtänd. und faßl. Unterricht in der Naturlehre. B. II. Brief 68.

einen dünnen Nebel bilden, leidet großen Theils eine Beugung; indeſſen verändert es doch ſeine Richtung nicht merklich, ſo lange es ſich in der Maſſe der Dünſte befindet. Denn geſetzt, es würde von einem Bläschen nach der Seite getrieben, ſo findet es gleich darauf ein anderes Bläschen, welches es eben ſo ſtark nach der andern Seite zurücktreibt, und alſo die Wirkung des erſten Bläschens zernichtet. Sobald aber ein Strahl an die äußerſten Bläschen nach dem Auge zu kommt, und hier, weil die Dünſte etwas weit aus einander ſind, merklich abgebogen wird, ſo trifft er weiter nichts an, was die Beugung vernichten könnte, und er weicht daher von ſeiner vorigen Richtung ſtark ab, indem er nach dem Auge fortgeht. Geſetzt das Auge o empfange den abgebogenen Strahl von r; iſt nun der Winkel eor dem Winkel eop gleich, und p auch ein äußerſtes Theilchen, ſo muß das Auge auch von p einen abgebogenen Strahl erhalten. Denn da alle Bläschen Kugeln ſind, ſo ſtoßen ſie das Licht nach allen Seiten gleich ſtark ab. Stellt man ſich vor, daß die Linie or um oe als um eine unbewegliche Axe ſich kegelförmig dreht, und alſo r einen Kreis beſchreibt, ſo muß von allen in dieſem Kreiſe liegenden Bläschen das gelten, was von p geſagt iſt. Das Auge empfängt von allen Licht, ſieht alſo einen hellen Kreis, einen Hof um den Stern; in der Fläche dieſes Kreiſes hingegen empfindet es einen Mangel des Lichts, weil alle zwiſchen p und r und in der ganzen Kugelfläche befindliche Bläschen, ſo wie q, eine Menge Licht zurückhalten und abbeugen, daß es nicht ins Auge o kommen kann. So entſtehen die Höfe auch um die Sonne und um den Mond, ja ſelbſt um ein brennendes Licht, deſſen Flamme man durch den Dampf von kochendem Waſ-

ſer, durch angehauchte Glasſcheiben, u. ſ. f. betrachtet. Sind die abgebogenen Strahlen wenig getheilt, ſo erſcheint der Hof bloß als ein heller Kreis. Sind ſie etwas abgeſondert, oder ſchwach, ſo zeigt er ſich gelbröthlich, weil unter allen Farben die rothe und die gelbe das Auge am meiſten rühren, und die Farben, welche wir ſehen, oft ſo ſchwach ſind, daß wir diejenigen gar nicht bemerken, die auf das Auge überhaupt keine ſtarke Eindrücke machen. Aber zuweilen iſt dennoch der Kreis, welcher um den leuchtenden Körper erſcheint, beſonders wenn die Dünſte, in welchen er ſich bildet, weit genug vom Auge ſind, mit allen Farben des Prisma deutlich bemahlt.

Durch die Beugung werden oft die Lichtſtrahlen gleichſam in verſchiedene Haufen abgeſondert, weil die nächſten viel ſtärker zurückgeſtoßen werden, als die entferntern, wiewohl nach Herrn Hube alle Umſtände bey dieſer Sache noch nicht gehörig unterſucht ſind. So bemerkte oft Newton drey verſchiedene Farbenſäume in dem gebogenen Lichte bey ſeinen Verſuchen. Dieſes ſcheint die Urſache zu ſeyn, daß man zuweilen mehrere concentriſche Kreiſe um die Sonne und den Mond ſieht. Denn es ſeyen z. B. ra, rb, ro die Richtungen der drey vornehmſten abgebogenen Strahlenhaufen, und oc, od mit rb und ra parallel, ſo wird das Auge in o nicht nur einen hellen oder gefärbten Kreis vom Durchmeſſer qr, ſondern zugleich auch noch zwey andere Kreiſe von den Durchmeſſern qc und qd ſehen, wenn anders allenthalben in der Entfernung qc und qd um q herum Dünſte vorhanden ſind. Oft kann uns auch ein ſolcher Kreis elliptiſch zu ſeyn ſcheinen, wenn wir gewiſſe Theile von ihm am Himmel weiter von uns entfernt halten,

als

als andere. Je näher das Auge den Dünſten iſt, um deſto weniger Licht kann durch die mittleren Bläschen ganz von ihm abgebeugt werden. Daher ſieht es bey großer Weite einen halben Kreis, der einen etwas dunkeln Raum einſchließt; nahe bey den Dünſten aber bloß einen hellen runden Schein um den leuchtenden Körper, welcher faſt durchgehends gleich erleuchtet iſt. Uebrigens kann auch nach Herrn Hube's Meynung zu den Regenbogenfarben der Kreiſe oft die Elektricität der Dünſte viel beytragen.

Ueber die Kronen, oder die gefärbten concentriſchen Kreiſe, welche man zuweilen die Flamme des Lichts umgeben ſieht, hat Herr Flaugergues e) Verſuche angeſtellt, welche entſcheidend zu ſeyn ſcheinen. Hiernach erklärt er dieſelben aus dem Durchgange des Lichts durch eine Feuchtigkeit, die zufälliger Weiſe die Hornhaut bedeckt.

Was die Nebenſonnen betrifft, ſo nimmt Herr Hube f) ebenfalls mit Huygens und Andern an, daß in der Luft ſchwebende vertikale Eisnadeln irgendwo angehäuft würden, die wegen ihrer Glätte gleichſam wie ein Spiegel wirkten. Hätte alsdann das Auge des Beobachters eine ſolche Lage, daß die auf dieſe zuſammengedrängten Eisnadeln reflektirten Sonnenſtrahlen in ſelbiges kommen könnten, ſo würde es auch das Bild der Sonne, folglich eine Nebenſonne erblicken.

Bemerkungen von den blauen Schatten der Körper, und der blauen Farbe des Himmels.

Ueber die blauen Schatten ſind nach Beguelin von einem neuern Schriftſteller noch mehrere Verſuche

e) Voigt's Magazin. B. I. St. 4. S. 66.
f) Vollſtänd. und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. Th. II. Br. 69.

ſuche angeſtellt worden [g]), aus welchen erhellet, daß man Schatten von allerhand Farben erhalten könne, ſo oft dunkle Körper von mehr als Einem Lichte erleuchtet werden, und die mehreren Lichter ein beſtimmtes Verhältniß ihrer Stärke gegen einander beſitzen; daß folglich die blauen Schatten nicht von der Farbe des Himmels, ſondern von dem Verhältniſſe der Lichtſtärke herrühren.

Dagegen ſucht Opoix [h]) die blauen Schatten aus der Beugung des Lichts herzuleiten, welche die blauen und grünen Strahlen am ſtärkſten ablenke, und in den Schatten bringe.

Nach der Meynung des Herrn Monge [i]) richtet ſich unſer Urtheil über die Farben nicht allein nach der Natur der Lichtſtrahlen, ſondern es wird, gleich dem Urtheil über Größe und Entfernung, durch Verhältniſſe und Umſtände beſtimmt. Zuerſt führt er die Beobachtung an, daß der Schatten eines Körpers, womit die Lichtflamme verdeckt werde, beym Aufgange der Sonne auf dem weißen Papiere blau erſcheine. Er ſchreibt ſie dem Abbé de Sauvages zu, welcher ſie Herrn von Büffon mitgetheilt habe. Allein Otto von Guerike hat ſie ſchon gekannt. Dieſe Erfahrung ſucht Monge davon abzuleiten, daß das Papier im Schatten nicht alles Lichts beraubt ſey, ſondern durch das blaue Licht der Atmoſphäre erleuchtet werde; wenn man aber in dem Augen-

g) Obſervations ſur les ombres colorées p. H. F. T. Paris 1782. 8.

h) Journal de phyſique. Decemb. 1783.

i) Ueber einige Phänomene des Sehens aus den Annales de chimie T. III. 1789. p. 131. in Grens Journal der Phyſik. B. II. S. 142 f.

genblicke die Lichtflamme verlöſche, ſo befinde ſich nun das ganze Papier in dem Falle, worin vorher nur der beſchattete Theil war; gleichwohl ſah es nun nicht mehr blau, ſondern weiß aus. Monge behauptet vielmehr folgenden Satz: wenn die Körper durch homogene Strahlen einer gewiſſen Art erleuchtet werden, ſo halten wir doch die weißen Körper, wenn ſie auch nur Strahlen dieſer Art empfangen und in unſer Auge zurückſenden, und folglich die Farbe dieſer Art zeigen ſollten, für weiß, und dieſes verurſacht auch, daß wir uns diejenigen Körper, welche von derſelben Farbe ſind, als die erleuchtenden Strahlen, ebenfalls als weiß vorſtellen, weil ſie eben ſolche Strahlen, wie die weißen, in unſer Auge ſenden. Aus dem letzten Theile dieſes Satzes erklärt Monge die angebliche Erfahrung, daß rothe Objekte, durch rothe Gläſer betrachtet, weiß erſcheinen, wiewohl dieſe nach den Erfahrungen des Herrn le Gentil ſich nicht beſtätigt. Was den erſten Theil dieſes Satzes anlangt, ſo könnte dieſer eher etwas Wahres enthalten. Es iſt nämlich bekannt, daß eine ganz andere Farbenmiſchung durch die Erleuchtung des Sonnenlichts, als durch die einer bloßen Lichtflamme, oder auch einer Lichtflamme und des Sonnenlichts zugleich, entſteht. Daher können unter dieſen Umſtänden bey der Verlöſchung des Lichts plötzlich ganz andere Empfindungen für das Geſicht in Anſehung der Farben erfolgen; alſo kann auch die beſchattete Stelle des Papiers, welche bey der Lichtflamme blau erſchien, im Augenblicke des Erlöſchens weiß werden, obgleich in den Strahlen, welche von ihr ins Auge kommen, durch das Verlöſchen der Lichtflamme nichts geändert wird. Allein es geht hier offenbar eine Täuſchung vor; der Eindruck, welchen wir ſchon dadurch

haben,

haben, daß wir wiſſen, das Papier ſey weiß, bleibt in uns feſt, und die Empfindung vom Weiß, nach der Verlöſchung des Lichts, iſt gleichſam nur eine Fortſetzung von der bereits gehabten Empfindung eben dieſer Farbe. Noch führt Herr Monge folgende von Meusnier ihm mitgetheilte Beobachtung an: wenn das Innere eines Zimmers nur durchs Sonnenlicht erleuchtet wird, welches durch einen Vorhang von rothem Taffet geht, und dieſer Vorhang ein Loch von 2 bis 3 Linien im Durchmeſſer beſitzt, durch welches das Licht gerade fällt, und dann dieſer Lichtbündel mit einem weißen Papier aufgefangen wird, ſo ſollte man glauben, der erleuchtete Theil des Papiers müſſe weiß ausſehen; allein er erſcheint ſehr ſchön grün. Nimmt man aber ſtatt des rothen Vorhanges einen grünen, ſo erſcheint dieſer helle Fleck unter gleichen Umſtänden roth. Monge hält dieß für eine Beſtätigung des Satzes: daß wir über die Farben nach Beziehungen urtheilen. Es iſt aber wohl nicht zu läugnen, daß dieſe Erſcheinung einen Zuſammenhang mit den zufälligen Farben habe, wobey roth und grün correſpondiren. —

Auch der Graf von Rumford [k]) giebt eine Nachricht von einigen Verſuchen über die gefärbten Schatten. Als er mit dem Verfolg ſeiner Verſuche über das Licht beſchäftigt war, wurde er von einer ſehr ſchönen, und wie er glaubt, neuen Erſcheinung überraſcht. Er wünſchte die Intenſität des Tageslichts vom hellen Himmel mit der einer gemeinen Wachskerze zu vergleichen; er verfinſterte daher ſein Zimmer, und ließ das Tageslicht von Norden, das durch ein Loch

k) Nachricht von einigen Verſuchen über die gefärbten Schatten; in Grens neu. Journ. d. Phyſ. B. II. S. 58.

loch nahe am obern Rande des Fenſterladens kam, unter einem Winkel von 70 Grad auf die Fläche eines ſehr feinen, weißen Papiers fallen, und ſtellte eine brennende Wachskerze ſo, daß ihre Strahlen auf daſſelbe Papier fielen, und zwar ſo viel als möglich in der Reflexionslinie des Tageslichts. Als er nun einen hölzernen Cylinder, von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, vor den Mittelpunkt des Papiers und etwa 2 Zoll entfernt, hielt, wurde er nicht wenig überraſcht, die beyden vom Cylinder auf das Papier geworfenen Schatten nicht, wie er erwartete, ohne Farben, ſondern den einen, welcher den Strahlen des Tageslichts zugehörte und durch die Kerze erleuchtet war, gelb zu finden, während der andere, welcher dem Kerzenlichte zugehörte, und der folglich durch das Tageslicht erleuchtet ward, vom ſchönſten Blau war, das man ſich nur vorſtellen kann. Dieſe Erſcheinung, welche nicht nur unerwartet, ſondern auch im höchſten Grade frappant und ſchön war, fand er in wiederholten Verſuchen, und nach mehreren Abänderungen des Experiments immer wieder, ſo daß er glauben mußte, es ſey ſchlechterdings unmöglich, zwey Schatten von einem und demſelben Körper hervorzubringen, von welchen der eine den Strahlen des Tageslichts und der andere dem Lichte einer Kerze oder Lampe zugehört, ohne daß nicht dieſe Schatten, der eine gelb, der andere blau gefärbt wären.

Wenn die Kerze dem Papier näher gebracht wird, ſo erhält der blaue Schatten eine tiefere Farbe, und der gelbe wird allmählig bläſſer; wenn ſie aber wieder mehr davon entfernt wird, ſo erhält der gelbe Schatten eine tiefere Farbe, und der blaue

Schat-

Schatten wird blåſſer; und wenn die Kerze auf derſelben Stelle bleibt, ſo können dieſelbigen Abänderungen in der Stärke der Schatten dadurch hervorgebracht werden, daß man den Fenſterladen etwas mehr oder weniger öffnet, und die Erleuchtung des Papiers durch das Tageslicht ſtärker oder ſchwächer macht. Durch das eine oder das andere Mittel kann man die gefärbten Schatten durch alle Gradationen von Schattirung von der tiefſten bis zur lichteſten, und umgekehrt, gehen laſſen; und es iſt angenehm, Schatten zu ſehen, die mit dem Glanze der reinſten und ſeltenſten prismatiſchen Farben ſtrahlen, dann plötzlich durch alle Verſchiedenheiten von Schattirungen durchgehen, dabey ſtets die vollkommenſte Reinheit der Farbe behalten, dunkler und ſchwächer werden, und nach Willkühr verſchwinden und wiederkommen.

In Anſehung der Urſachen dieſer Schatten iſt es nach des Grafen Meynung gar keinem Zweifel unterworfen, daß ſie von der verſchiedenen Beſchaffenheit des Lichts herrühren, durch welches ſie erleuchtet werden; wie ſie aber hervorgebracht werden, das ſcheint ihm keinesweges ſo offenbar zu ſeyn. Daß der Schatten, welcher den Strahlen des Tageslichts zugehört, und durch das gelbe Licht der Kerze erleuchtet wird, gelb ſeyn muß, iſt nicht zu verwundern, warum erſcheint aber der dem Kerzenlichte zugehörige Schatten, der durch kein anderes Licht als das ſcheinbar weiße des Himmels erleuchtet wird, blau? Zuerſt glaubte der Graf, daß es von der blauen Farbe der Luft herrühre; da er aber fand, daß das Tageslicht, welches von dem Dache eines benachbarten Hauſes, das mit ganz weißem friſchen Schnee bedeckt war, reflektirt wurde, dieſelbe blaue Farbe hervor-

vorbrachte, die ſogar eine noch weit ſchönere Tinte zeigte, ſo wurde er genöthigt, dieſe Meynung zu verlaſſen.

Um mit einigem Grade von Genauigkeit die wirkliche Farbe des von einer Kerze entwickelten Lichts zu erfahren, ſtellte er eine brennende Wachskerze, die gut geputzt war, des Mittags in die offene Luft, zu einer Zeit, da der Boden mit eben gefallenem Schnee hoch bedeckt, und der Himmel ganz mit weißen Wolken überzogen war; jetzt war die Flamme der Kerze keinesweges weiß, wie ſie zur Nachtzeit erſcheint, ſondern von einer ſehr deutlich gelben Farbe, die ſich ganz und gar nicht einmal dem Weiß näherte. Die Flamme einer Argandiſchen Lampe, zu derſelbigen Zeit in die offene Luft gebracht, erſchien ebenfalls von derſelben gelben Farbe. Die ſicherſte Weiſe, die gelbe Farbe des von Lampen und Kerzen ausſtrömenden Lichts zu zeigen, iſt die, daß man es unmittelbar der hellen Mittagsſonne ausſetzt. Unter dieſen Umſtänden erſcheint die Flamme einer Argandiſchen Lampe, welche mit dem größeſten Glanze brennt, in Geſtalt eines todten, gelben, halb durchſichtigen Rauchs.

Da es ihm ſehr wahrſcheinlich dünkte, daß der Unterſchied in der Weiße beyder Arten des Lichts auf irgend eine Art Gelegenheit zur Verſchiedenheit der Farben der Schatten geben könne, ſo verſuchte er, durch Anwendung zweyer künſtlichen Lichter von verſchiedenen Farben dieſelben Wirkungen hervorzubringen, und es gelang ihm durchaus.

In einem verſinſterten Zimmer wurde das Licht zweyer brennenden Wachskerzen durch weißes Papier unter einem ſolchen Winkel aufgefangen, daß der Cy-

linder zwey genaue Schatten bildete. Dieſe Schatten waren nicht im mindeſten gefärbt; wenn aber vor die eine Kerze eine gelbe Glasſcheibe, die ſich einer bloßen Orangefarbe näherte, gehalten wurde, ſo wurde der eine Schatten ſogleich gelb, und der andere blau. Wenn anſtatt der Kerzen zwey Argandiſche Lampen gebraucht wurden, ſo war das Reſultat daſſelbe: die Schatten waren ſtets und ſehr dunkel gefärbt, der eine gelb ins Orangefarbene fallend, der andere blau ins Grüne übergehend. Er glaubte, daß der grünliche Uebergang dieſer blauen Farbe entweder von dem Mangel des Weiß des einen Lichts, oder von dem Orangegelb, welches das andere durchs Glas erlangte, herrühre.

Wenn gleiche Scheiben deſſelben gelblichen Glaſes vor beyde Lichter gehalten wurden, ſo nahm das weiße Papier einen gelblichen Schein an, aber die Schatten waren nun ohne alle Spur von Farbe; wenn hingegen zwey Scheiben von gelbem Glaſe vor das eine Licht geſtellt wurden, während vor dem andern nur eine Scheibe blieb, ſo kamen die Farben der Schatten ſogleich wieder.

Da das Reſultat dieſer Verſuche ſeinen Gedanken beſtätigte, daß die Farben der Schatten von dem verſchiedenen Grade des Weiß der beyden Lichter herrühren, ſo ſuchte er nun dadurch, daß er das Tageslicht auf einerley gelben Teint mit dem Kerzenlichte brachte, indem er Scheiben von gefärbtem Glaſe dazwiſchen ſtellte, die Färbung der Schatten zu verhüten, wenn Tageslicht und Kerzenlicht zuſammen der Gegenſtand des Verſuchs waren; und es gelang ihm. Er war ſogar im Stande, die Farben der Schatten herzuſtellen, wenn er das Tageslicht von einem

nem dunklern Gelb machte, als das Kerzenlicht. Im Verlauf dieſer Verſuche beobachtete er, daß verſchiedene Schattirungen des Gelb, dem Tageslichte gegeben, ſehr verſchiedene und oft ganz unerwartete Wirkungen hervorbrachten. So verwandelte eine Scheibe gelbes Glas, vor das Tageslicht geſtellt, den gelben Schatten in ein helles Grün; zwey Scheiben von demſelben Glaſe zerſtörten die Farben beyder Schatten faſt ganz, und drey Scheiben verwandelten den Schatten, welcher urſprünglich gelb war, in Blau, und den blauen in Röthlichgelb.

Wenn die Strahlen des Tageslichts durch eine Scheibe blaues Glas giengen, ſo wurden die Farben der Schatten, der gelbe ſowohl wie der blaue, im höchſten Grade hell und glänzend; wenn aber das blaue Glas vor die Kerze geſtellt wurde, ſo wurden die Farben der Schatten um vieles geſchwächt.

Nun ſtellte er ein Orangefarbenes Glas vor das Kerzenlicht, und die Farbe des gelben Schattens verwandelte ſich in Orange, der blaue Schatten blieb ungeändert, und die ganze Fläche des Papiers erſchien von der ſchönſten violetten Farbe, die ſich dem hellen Carmoiſin näherte; faſt ganz dieſelbe Farbe hatte er oft die entfernten Schneegebürge und Thäler der Alpen gegen Sonnenuntergang annehmen ſehen. Iſt dieß, frägt er, nicht mehr als wahrſcheinlich, daß in beyden Fällen dieſe Farbe durch faſt ähnliche Combinationen des Lichts hervorgebracht werde? In dem einen Falle werde der weiße Schnee zu gleicher Zeit durch das reinſte Himmelslicht, und durch die dunkelgelben Strahlen von Weſten erleuchtet; und im andern werde das weiße Papier durch ſtarkes Tageslicht und durch die Strahlen einer brennenden Kerze, die

vermittelſt des Durchgangs durch das gelbe Glas noch gelber gefärbt werden, erhellt. Die ſchöne violette Farbe, die ſich über die ganze Fläche des Papiers erſtreckt, erſcheint am vortheilhafteſten, wenn die orangefarbene Glasſcheibe ſo vor die Kerze gehalten wird, daß nur ein Theil des Papiers, zum Beyſpiel die Hälfte, davon afficirt wird, die andere Hälfte aber weiß bleibt.

Nun nahm er ſtatt des gelben Glaſes ein blaues, und fand den Erfolg eben ſo; die Schatten waren noch gefärbt, der eine blau, der andere gelb, doch mit dem Unterſchiede, daß die Farben der Schatten verkehrt waren, und daß der, welcher mit dem gelben Glaſe vorher gelb war, nun blau, und der, welcher nun gelb ausſah, vorher blau war.

Er verſuchte nachher ein Glas von einer glänzenden Amethyſtfarbe, und wunderte ſich, daß die Schatten noch ebenfalls blau und gelb gefärbt waren. Das Gelb hatte freylich einen ſchmutzigen Purpurteint; aber das Blau, ob es ſich gleich etwas ins Grün neigte, hatte nichts deſto weniger eine reine, glänzende, entſcheidende Farbe.

Nun entfernte er die Lichter, öffnete zwey Löcher in dem obern Theile der Fenſterladen zweyer benachbarten Fenſter und ließ zwey Lichtſtröme von verſchiedenen Theilen des Himmels in das Zimmer treten. Da er hierauf das Inſtrument ſo ſtellte, daß der Cylinder zwey beſtimmte Schatten auf das Papier warf, ſo wurde er durch eine Reihe ſehr ergötzender Erſcheinungen unterhalten. Die Schatten waren mit einer unendlichen Mannichfaltigkeit der unerwarteſten, und oft der ſchönſten Farben verſehen, die beſtändig abwechſelten, mannichmal langſam, und man-

mannichmal unbegreiflich ſchnell; ſie täuſchten ſchlechthin das Auge, verſchafften aber bey recht angeſtrengter Aufmerkſamkeit einen eben ſo neuen, als bezaubernden Genuß. Die Purpurfarbe ſchien die herrſchendſte zu ſeyn; aber es erſchienen alle Mannichfaltigkeiten von Braun, und faſt alle andere Farben; ja es ſchienen Farben dabey zu ſeyn, die ihm ganz und gar neu zu ſeyn dünkten.

Er kam auf die Vermuthung, daß die Farben der Schatten in einigen Fällen bloß ein optiſcher Betrug wären, der vom Contraſte oder irgend einem andern Effekte anderer benachbarten Farben aufs Auge herrühre. Er ſuchte daher durch Anwendung eines flachen Lineals ſtatt des Cylinders die Schatten viel breiter zu machen; er ſchloß jeden Strahl des Tageslichts vom Zimmer aus, und ſtellte den Verſuch mit zwey Argandiſchen Lampen, die gehörig geputzt waren und mit dem größt möglichſten Glanze brannten, an. Nachdem er ſich ſelbſt verſichert hatte, daß ihr Licht genau von einerley Farbe war, ſo richtete er ein mit ſchwarzem Papier inwendig bekleidetes Rohr, etwa 12 Zoll lang und nahe 1 Zoll im Durchmeſſer, gegen das Centrum des einen von den breiten Schatten, und ſahe durch dieß Rohr mit dem einen Auge, während das andere geſchloſſen war. Das Reſultat des Verſuchs war entſcheidend, und beſtätigte ſeine Vermuthung völlig in Hinſicht der Täuſchung mehrerer Erſcheinungen in den vorhergehenden Verſuchen. Er war nicht im Stande, irgend eine Veränderung in dem Schatten wahrzunehmen, gegen den ſein Auge gerichtet war; er war ſogar nicht einmal im Stande, zu ſagen, wenn das gelbe Glas vor der Lampe ſtand oder nicht. Sobald

er aber ſein Auge von dem Rohre entfernte, und den Schatten mit allen benachbarten Gegenſtänden, nämlich die andern Schatten, die durch den Effekt des gelben Glaſes gelb gefärbt waren, und das weiße Papier betrachtete, ſo erſchien ihm der ſtehende Schatten von einer ſchönen blauen Farbe.

Der Graf hält dieß für eine neue Entdeckung, wenigſtens ſey es ganz gewiß eine außerordentliche Thatſache, daß den Augen nicht immer zu glauben ſey, ſelbſt in Hinſicht auf Gegenwart oder Abweſenheit von Farben.

Flaugergues [l]) führt einen einfachen Verſuch an, mittelſt deſſen man auch am hellen Tage die blaue Farbe, welche die Schatten beym Auf- und Untergange der Sonne zu haben ſcheinen, erhalten kann, und leitet ſie vom Blau des Himmels ab.

Was die blaue Farbe des Himmels betrifft, ſo leitet dieſe Herr von Sauſſure [m]) mit dem Abt Nollet von dem reflektirenden Lichte her. Aber die Luft, in ſo fern ſie durchſichtig iſt, färbt nach ihm die Gegenſtände nicht; ſo ſehe man die Schneegebirge, welche von der Sonne erleuchtet werden, nicht blau, ſondern roſenfarbig, oder weiß, wenn man ſie gleich durch eine Maſſe Luft von 20 bis 30 Meilen betrachte; dieſe Farbe rühre bloß von den Dünſten her, durch welche die Sonnenſtrahlen auf ſie fallen. Ließe nämlich die Luft die blauen Strahlen mehr als andere durch, ſo müßten auch die Gletſcher in ſolchen Entfernungen ſtets blau erſcheinen. Berge hingegen

l) Voigt's Magazin. B. I. St. 4. S. 66.

m) Journal de phyſique Mars 1791. überſ. in Grens Journal der Phyſ. B. VI. S. 93 f.

gegen von dunkler, beſonders grüner Farbe, ſenden überhaupt nicht viel Licht ins Auge, zumal wenn ſie wenig erleuchtet ſind; in einem ſolchen Falle werden die blauen Strahlen, welche die vorliegende Luft zurückwirft, von keiner größern Menge anders gefärbter Strahlen unſichtbar gemacht, und jene Berge durch die Luft geſehen erſcheinen blau, deſto dunkler, je weiter ſie ſind. Wenn die Luft vollkommen durchſichtig wäre, ohne Farbe und frey von allen undurchſichtigen gefärbten Dünſten, ſo müßte der Himmel durchaus ſchwarz erſcheinen. Je reiner alſo die Luft iſt, deſto dunkler muß ihre Farbe erſcheinen, bloß die Dünſte, und beſonders die noch nicht aufgelößten werfen verſchiedene Farben zurück, und dieſe, mit dem natürlichen Blau der Luft vermiſcht, bringen die verſchiedenen Arten der Farbe des Himmels hervor. Sein Blau iſt am Horizont bläſſer als im Scheitel, und das Verhältniß dieſer Arten iſt eine Funktion von dem Verhältniſſe, welches zwiſchen den Mengen der Dünſte beyder Stellen ſtatt hat. Durch dieſe Betrachtung kam Herr de Sauſſüre auf den Gedanken, die Menge der concreten Dünſte durch den Grad der blauen Farbe des Himmels zu beſtimmen. Zu dieſer Abſicht dachte er auf Mittel, wodurch man eine Reihe von gleichen Gradationen oder Nüancen erlangte, welche vom Weiß, oder von der gänzlichen Abweſenheit des Blauen, bis zum möglichſt dunkel Blaun und ſelbſt bis zum Schwarz ganz beſtimmt wären. Zuerſt verfiel er auf den Gedanken, ein gewiſſes blaues Pigment mit verſchiedenen Quantitäten Waſſer, welche in einem beſtimmten Verhältniſſe zunahmen, oder mit Weiß zergehen zu laſſen; allein es ward ſchwer, auf dieſe Weiſe die Intenſität des angenommenen Blau gehörig zu beſtimmen, und

überdieß bekam er keine verhältnißmäßige Folge, indem die Abnahme der Tinten nicht mehr in demselben Verhältniſſe erfolgte, ſobald man über einen gewiſſen Grad der Verdünnung hinauskam. Zuletzt ſchien ſich der Unterſchied der Tiefe oder Höhe zweyer Nüancen nicht beſſer beſtimmen zu laſſen, als durch die Entfernung, in welcher man ſie nicht weiter von einander unterſcheiden konnte. Dieſe Entfernung iſt jedoch bey verſchiedenen Perſonen nach der Güte des Auges und nach der Stärke des Lichts, welches die Farben hell macht, verſchieden. Deßwegen nimmt Herr de Sauſſüre zu dieſer Entfernung keine beſtimmte Größe, ſondern eine Diſtanz an, bey welcher das Auge des Beobachters einen ſchwarzen Kreis von beſtimmter Größe auf einem weißen Grunde nicht mehr unterſcheiden kann. Wird nun dieſer Kreis den Farbennüancen unter derſelben Beleuchtung zur Seite geſtellt, ſo giebt ſeine Größe, wenn er in derſelben Entfernung verſchwindet, in welcher auch der Unterſchied beyder Farben verſchwindet, ein Maas der Verſchiedenheit dieſer Farben. Je größer demnach ein Kreis zu dieſer Abſicht erfordert wird, deſto größer iſt der Unterſchied der Farben, und umgekehrt.

Herr de Sauſſüre nahm einen ſchwarzen Kreis von $1\frac{3}{4}$ Linien Durchmeſſer zum Maasſtabe an. Die Null der Skale in der Stufenfolge der Farben, oder die gänzliche Abweſenheit der blauen Farbe, zeigt er durch einen weißen Streifen Papier an; das ſchwächſte Blau oder Nr. 1. iſt ein Papierſtreifen, welcher ſehr ſchwach mit einem blaſſen Blau gefärbt iſt, ſo daß man daſſelbe in einer Diſtanz, in welcher der ſchwarze Kreis nicht mehr bemerkt wird, vom Weiß nicht unterſcheiden kann, daß aber doch

der

der Augenblick noch bemerkbar iſt, wenn man ſich wieder nähert, oder den Kreis wieder zu ſehen anfängt. Auf eben dieſe Art iſt die Nüance Nr. 2. durch Vergleichung mit Nr. 1., und Nr. 3. durch Vergleichung mit Nr. 2. u. ſ. f. beſtimmt worden. So geht es vom hellern zum dunklern ſtufenweiſe fort bis zum dunkelſten Blau, welches Berlinerblau, von der beſten Beſchaffenheit, klar gerieben und mit Gummiwaſſer angemacht, geben kann. Um nun den andern Endpunkt der Skale zu erhalten, miſchte er Beinſchwarz mit Blau immer in ſtärkern Quantitäten, und gieng ſo bis zum ganz reinen Schwarz fort. Auf ſolche Art erhielt er, den Kreis von $1\frac{3}{4}$ Linien Durchmeſſer zum Maaßſtabe angenommen, zwiſchen Weiß und Schwarz 51 Nüancen, welches 53 Tinten giebt, wenn man dazu die beyden Extreme rechnet. Wenn man einen Kreis von größerm Durchmeſſer als Maaßſtab annimmt, ſo wird die Anzahl der Nüancen geringer; ſie laſſen ſich aber leichter von einander unterſcheiden, als beym erſtern Falle. Ein jeder Beobachter muß die Größe ſeines Kreiſes, und die Anzahl der Nüancen merken, welche er zwiſchen Weiß und Schwarz erhalten hat, alsdann laſſen ſich alle Beobachtungen ſo mit einander vergleichen, wie man ſie an Thermometern von verſchiedenen Skalen vergleicht, wenn die Anzahl der Grade des Fundamentalabſtandes bekannt iſt.

Von allen dieſen mit den verſchiedenen Nüancen von Blau gefärbten Papieren werden gleich große Stücke vom ſchwächſten bis zum dunkelſten auf dem Rande einer Scheibe von weißer Pappe herumgeklebt. Dieſe Pappe nennt Herr de Sauſſüre Kyanometer, Cyanometer (cyanometrum), von dem

Griechiſchen Worte κύανος, welches den Sapphir und andere blaue Steine, die blaue Kornblume, oft auch die blaue Farbe ſelbſt bedeutet, ſo daß Kyanometer eben ſo viel ſagen will, als das Maas der Bläue.

Wenn man das Kyanometer gebrauchen will, ſo ſtellt man es an einem freyen Orte, wo die Farben durch ein ſtarkes Tageslicht vollkommen erhellt werden, zwiſchen dem Himmel und das Auge, und ſucht die Nüance, welche mit dem Blau des Himmels übereinſtimmt. Zu bemerken iſt, daß die Beobachtung nicht an den Sonnenſtrahlen gemacht werde, ſondern daß man vielmehr eine ſolche Stellung habe, damit die Farben vollkommen erleuchtet im Schatten ſind. Auch auf die Stellung der Sonne muß Rückſicht genommen werden, weil der Himmel gerade unter der Sonne dunſtiger, mithin ſein Blau ſchwächer als auf der entgegengeſetzten Seite iſt.

Herr de Sauſſüre und ſein Sohn betrachteten im Jahre 1788 den Himmel auf dem Col dû Geant, 1763 Toiſen über der Meeresfläche, während die Herren Sennebier und Pictet in Genf, und Herr l'Eveque in Chamouny zu gleicher Zeit Beobachtungen anſtellten. Auf dem Berge war die Farbe am Zenith früh um 4 Uhr zwiſchen 15 und 16, ſtieg bis 6 Uhr auf 27, bis 10 Uhr auf 31, erhielt ſich bey dieſem Größten bis 2 Uhr, nahm bis 4 Uhr auf 24, bis 6 Uhr auf 18½, bis 8 Uhr auf 5½ ab. Zu Chamouny war früh um 4 Uhr die Farbe 14½, ſtieg langſam bis 11 Uhr auf 18 bis 19; erhielt ſich hiebey bis Abends 6 Uhr, und nahm bis 8 Uhr auf 16 ab. Zu Genf kam ſie früh von 6 bis 8 Uhr von 15 bis 21, ſtieg um 10 Uhr bis auf

$22\frac{1}{2}$, und fiel von 4 Uhr bis 6 Uhr von 20 auf 16. Das dunkelſte Blau war auf dem Berge 37, zu Chamouny 27 und zu Genf $26\frac{1}{2}$. Hierdurch beſtätigt es ſich, daß es am Zenith eines Thals mehr Dünſte als am Zenith einer Ebene giebt, weil ſie ſich dort nicht allein vom Boden des Thals, ſondern auch von den daſſelbe umgebenden Bergen zur Seite erheben.

Im Jahre 1787 fand Herr de Sauſſüre den Himmel auf dem Montblanc von einer Farbe, welche mit Nr. 39. des Kyanometers übereinſtimmte. Dieſe dunkle Farbe rührt von der großen Dünne und Durchſichtigkeit der Luft her, welche nicht verſtattet, viel Strahlen zu reflektiren. Herr de Sauſſüre ſchätzt die wahre Farbe der Luft um 34, welches Blau ſehr lebhaft, und ohne Beymiſchung von Schwarz iſt.

Am Horizonte wurde die Farbe beſtändig ſehr blaß gefunden, am dunkelſten noch zu Mittage. Auf dem Geant kam ſie früh von 4 Uhr bis Mittag von $4\frac{1}{2}$ bis $11\frac{1}{2}$, und nahm gegen Abend ſo ab, daß man um 8 Uhr gar keine blaue Farbe mehr wahrnehmen konnte, ſondern der Himmel ganz roth und gelblich ſchien. Die Veränderungen waren zu Chamouny weit unbeträchtlicher, indem die Farbe von 4 Uhr früh bis Mittag von $5\frac{1}{2}$ auf 9 kam, und bis 8 Uhr Abends wieder auf 5 abnahm. Zu Chamouny kann man aber den eigentlichen Horizont nicht ſehen, weil die Berge 4 bis 5 Grad davon bedecken, da man im Gegentheil auf dem Geant tiefer in die Region der Dünſte hinabſieht.

Folgende Tabelle zeigt die Veränderungen der Farben vom Horizont an bis zum Zenith:

Höhen

Höhen	Farben		
	Geant 15. Jul.	Geant 17. Jul.	Genf 21. April 1790
0 Grad	11 —	— —	4 —
10 —	20 —	18 —	9 —
20 —	31 —	20 —	13 —
30 —	34 —	29 —	$15\frac{1}{2}$ —
40 —	37 —	32 —	$17\frac{1}{2}$ —
50 —	37 —	33 —	19 —
60 bis 90 —	37 —	34 —	20 —

Auf dem Berge iſt die Folge ſehr unregelmäßig, weil in einem ſo abwechſelnden Lande, wie um den Col du Geant, die Vertheilung der Dünſte nicht anders als ſehr ungleichförmig ſeyn kann, da hingegen weit mehr Regelmäßigkeit in der gleichförmigen Pläne um Genf ſtatt findet.

Uebrigens iſt es leicht einzuſehen, daß mit dieſer Geräthſchaft überhaupt keine große Genauigkeit zu hoffen iſt, weil man ſchwerlich wird behaupten können, daß das Auge ein gleiches Vermögen beſitzt, kleine Objekte in der Entfernung wahrzunehmen, und ſchwach nüancirte Farben gehörig von einander zu unterſcheiden [n]).

Vermiſchte Bemerkungen und Entdeckungen.

Im Jahr 1772 ſtellten die Herren Briſſon, Macquer, Cadet und Lavoiſier mit den beyden in Paris befindlichen Brenngläſern von dem Herrn von Tſchirnhauſen Verſuche bis auf das Jahr 1774

n) Beſchreibung eines Kyanometers, oder eines Apparats zur Meſſung der Intenſität der blauen Farbe des Himmels aus dem Journal de phyſique. Mars 1791. p. 199. überſ. in Grens neu. Journ. d. Phyſ. B. IV. S. 93 f.

1774 an, ließen ſich alsdann auf Koſten des Stadtraths Trudaine ein neues Brennglas durch Herrn Bernieres verfertigen, welches aus zwey Hohlgläſern beſtand, die an einander geſetzt einen linſenförmigen Raum leer ließen, welcher 4 Fuß im Durchmeſſer hatte, und in der Mitte 6 Zoll und 5 Linien dick war; außerdem waren die Gläſer ſelbſt noch 8 Linien dick, und ſo betrug die ganze Dicke durch die Mitte des leeren Raums mit den beyden Hohlgläſern 7 Zoll und 9 Linien. Dieſes Brennglas war auf einem Fußgeſtelle befeſtigt, wo es leicht nach einer jeden Richtung hingewendet werden konnte, um es ſtets gegen die Sonne zu bringen. Anfänglich ward der leere linſenförmige Raum, welcher 140 Pariſer Pinten hielt, mit Weingeiſt, nachher aber mit Terpentinöl angefüllt.

Wenn die ganze Fläche dieſer Glaslinſe die Sonnenſtrahlen auffieng, ſo fand man, daß die Wirkung des concentrirten Sonnenfeuers in demjenigen Punkte des Brennraums am größten war, welcher von dem Mittelpunkt der Linſe 10 Fuß 10 Zoll und 1 Linie entfernt war. Bedeckte man hingegen den Rand dieſer Linſe mit Wachsleinwand, ſo daß die kreisrunde Oeffnung in der Mitte im Durchmeſſer 6 Zoll beſaß, ſo erhielt man 10 Fuß 11 Zoll 5 Linien von dem Mittelpunkte der Linſe entfernt einen wohl begrenzten Brennraum von $14\frac{3}{4}$ Linien Durchmeſſer. Wurde die Oeffnung vergrößert, ſo bewirkte man, daß der Brennraum der Linſe näher ruckte, die Grenze deſſelben aber war undeutlich. Ließ man aber den Rand unbedeckt, und bedeckte die kreisrunde Mitte mit Wachsleinwand, ſo ruckte der Raum deſto näher gegen die Linſe zu, je weniger von dem äußern Rande

de offen gelaſſen wurde. Hatte der äußere offene Rand eine Breite von 6 bis 7 Linien, ſo war die Entfernung des Brennraums von dem Mittelpunkte der Linſe 10 Fuß 0 Zoll 6 Linien. Hieraus ergab ſich alſo, daß die nahe am Rande der Linſe auffallenden Sonnenſtrahlen hinter derſelben gerade um 10 Zoll 11 Linien früher zuſammen kamen, als diejenigen, welche nahe an der Axe auffielen. Auch zeigten die Verſuche, daß jene eine ſtärkere Hitze, als dieſe verurſachten.

An dieſem Brennglaſe fand man die Wirkungen des concentrirten Sonnenlichts im Brennraume weit heftiger, als die beym Tſchirnhauſiſchen, welches die Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris beſaß. In einer halben Minute ſchmolz man damit ohne Collectivglas kupferne Münzen, welche das Tſchirnhauſiſche in drey Minuten noch nicht fließend gemacht hatte. Verband man mit dieſem Brennglaſe ein Collectivglas von 8½ Zoll Durchmeſſer, und 1 Fuß 10 Zoll 8 Linien Brennweite, ſo erhielt man dadurch einen Brennraum von 8 Linien im Durchmeſſer, welcher die heftigſten Wirkungen des Sonnenfeuers verurſachte. Brachte man Eiſen in dieſen Brennraum, ſo ſchmolz es den Augenblick, gab einen brennenden Rauch von ſich, und verwandelte ſich zuletzt in eine ſchwarze verglaſte Schlacke. Wenn man nach und nach immer mehr Eiſen in den Brennraum brachte, ſo war man vermögend, in wenigen Minuten eine ziemliche Quantität in Fluß zu bringen. Abgänge von geſchmiedetem Eiſen auf einer Kohle ſchwollen auf, und warfen Funken um ſich her; auch ſchmolz rohe Platina auf einer Kohle in eine Maſſe, ohne jedoch tropfbar flüſſig zu werden; eben dieß wiederfuhr auch der gereinigten Platina, welche dabey heftig dampfte und an Umfang abnahm.

Die

Die ganze Reihe von Verſuchen, welche mit dieſem Brennglaſe angeſtellt worden ſind, erzählen Briſſon°), und Macquer in ſeinem Wörterbuche unter den Artikeln, welche die Subſtanzen betreffen, die dem Brennraume ausgeſetzt worden. Beyde machen die Bemerkung, daß der gute Erfolg von dergleichen Verſuchen von verſchiedenen Umſtänden abhange; vorzüglich komme es auf die Unterlagen, auf die Reinigkeit, und auf die Temperatur der Luft an. So wirke z. B. die Sonne in der Kälte heftiger als in heißen Sommertagen. Bey dieſen Verſuchen glaubt Macquer Wirkungen von dem Stoße des Lichts wahrgenommen zu haben, indem die in Fluß gekommenen Goldkügelchen in einer beſtändigen Kreisbewegung waren, die fremdartigen Theilchen hingegen, welche auf der Oberfläche derſelben ſich befanden, beſtändig unbewegt blieben und nach unten hin getrieben wurden; auch wenn Kohlengeſtübe oder anderes feines Pulver in den Brennraum gebracht wurde, ſo wurde es gleichſam wie in einem Winde hinweg getrieben.

Herr Flaugergues will durch Verſuche erwieſen haben, daß die heterogenen Strahlen um deſto mehr Gewalt haben, die durchſichtigen Mittel zu durchdringen, je weniger brechbar ſie ſind.

o) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. 1774.

Zwey-

Zweytes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Wärme.

Die Lehre von der Wärme hat erſt in dieſem Zeitraume die merkwürdigſten Fortſchritte gemacht. Durch die vielen und wichtigen Entdeckungen wurden die Naturforſcher verleitet, die Wärme bald als eine eigene Materie, bald als einen bloßen Zuſtand, in welchen die Körper verſetzt werden, bald als eine Kraft zu betrachten. Da alle dieſe Meynungen bloß von den Erſcheinungen abhangen, unter welchen ſich Wärme aus den Körpern entwickelt, ſo halte ich es für nöthig, zuerſt die Wahrnehmungen, welche in Anſehung dieſes Gegenſtandes gemacht worden ſind, zu erzählen, und zuletzt die verſchiedenen Theorien über die Wärme zuſammenzuſtellen.

Erregung der Wärme.

Die älteſte bekannte Art, unmittelbare Wärme zu erregen, iſt das Reiben der Körper an einander, und die erſten Erfinder der Luftpumpe hatten bewieſen, daß auch im luftleeren Raume Wärme durch Reibung entſtehe. Beſonders merkwürdig ſind einige Verſuche, welche Pictet [p]) über das Reiben der Körper angeſtellt hat. Er wurde dadurch überzeugt, daß durch gleiches Reiben eine ſtärkere Wärme im luftleeren Raume, als in der atmoſphäriſchen Luft erregt

p) Verſuche über das Feuer. a. d. Franzöſ. Tübing. 1790. 8. Cap. 9.

erregt wird. Dieß fand er beſonders merklich, wenn Körper von ungleicher Härte, oder überhaupt weiche Körper gerieben wurden, wodurch das Thermometer allemal höher ſtieg, als durch Reibung harter Subſtanzen. Wenn ſich eine meſſingene Schaale an einem Stücke weiches Holz rieb, ſo ſtieg das Thermometer um $\frac{7}{10}$ Grad; dagegen brachte es eine hölzerne Schaale, ſtatt einer meſſingenen, in der Luft auf 2,1, und im leeren Raume auf 2,4 Grade höher. In comprimirter Luft, in welcher die Barometerprobe 48 Zoll zeigte, ſtieg die Wärme nur um 0,5 Grade. Fütterte er die Höhlung der Schaale mit etwas Baumwolle aus, welche nur an wenig Punkten den untern Theil der Thermometerkugel berührte, ſo ſtieg das Thermometer während des Umlaufs um 5 bis 6 Grade, ohne daß am äußern Rande der Schaale ein Reiben vorging. Die feinen Faſern der Baumwolle waren alſo unter allen das wirkſamſte Mittel, durch Reiben Wärme hervorzubringen. Herr Pictet war anfänglich der Meynung, daß die Wärme, welche durchs Reiben der Körper an einander entſteht, aus einer mechaniſchen Zerſetzung der Luft zwiſchen den beyden reibenden Flächen herrühren könne; allein dieſe Verſuche überzeugten ihn, daß weder die Luft, noch die Härte der reibenden Subſtanzen die unmittelbare Urſache der Wärme ſeyn könne. Er vermuthet vielmehr, die Urſache liege vielleicht in der durchs Reiben erregten Elektricität, oder in einer ſchwingenden Bewegung, in welche der Wärmeſtoff zwiſchen den reibenden Flächen verſetzt werde. So behauptete auch Thompson[q]), daß die Exploſion des Pulvers den

q) Philoſ. Transact. Vol. LXXI. P. II.

den Wärmeſtoff in eine ſchwingende Bewegung verſetze, und erkläre daraus, warum der Lauf eines Geſchützes weit ſtärker erhitzt werde, wenn es bloß mit Pulver, als wenn es zugleich mit einer Kugel geladen ſey, weil nämlich die Exploſion des Pulvers ohne Kugel den Wärmeſtoff in weit ſtärkere Schwingungen verſetze, die Kugel dieſe aber hindere. Ueberhaupt habe Thompſon überzeugend erwieſen, daß das entzündete Pulver nur einen ſehr geringen Theil von der Wärme hergeben könne, welche nach dem Schuſſe an dem Laufe gefühlt werde. Es frage ſich nun aber weiter, welche Eigenſchaft der Körper es ſey, die dieſe Schwingungen des Wärmeſtoffs erzeuge? Die Elaſticität ſcheine es, obigen Verſuchen zu Folge, nicht zu ſeyn. Vielleicht wirke die ſpecifiſche Wärme der Subſtanzen und ihr Leitungsvermögen für die Wärmematerie mit bey den Erſcheinungen des Reibens, welches die Experimentalunterſuchung ſehr verwickelt und ſchwer machen würde.

Beddoes [r]) ließ ein Flintenſchloß im luftleeren Raume und im kohlenſauren Gas abſchnappen, und fand mittelſt eines Vergrößerungsglaſes geſchmolzene Stahlkügelchen, obgleich kein Licht hervorgebracht werden konnte. Andere Naturforſcher wollten aber im luftleeren Raume auf dieſe Art keine Stahlkügelchen, ſondern bloß irreguläre abgeſchlagene Stahlſtückchen gefunden haben. Indeſſen ſuchte doch Beddoes aus ſeinem Verſuche die Meynung derjenigen zu widerlegen, welche glauben, daß das Licht eine bloße Modifikation oder Wirkung der Wärme ſey.

r) Contributions to phyſical and medical knowledge, principaly from the Weſt of England, collected by *Thomas Beddoes.* Lond. 1799. 8.

ſey. Er behauptet vielmehr, Licht ſey eine Materie eigenthümlicher Art; Wärme aber, oder die Kraft der Repulſion, ſey keine Materie. Die Phänomene der Repulſion entſtehen von keiner eigentlichen elaſtiſchen Flüſſigkeit, oder, Wärmeſtoff ſey gar nicht vorhanden. Das von zwey mit Drath an zwey eiſerne Stangen befeſtigten und an einander geriebenen Stücken Eis von 29° Temperatur entſtandene Waſſer hatte eine Temperatur von 35°. Eis habe aber gar keine Anziehung für Sauerſtoff. Wärme könne alſo durch eine eigenthümliche Bewegung, wahrſcheinlich eine Vibration der kleinſten Beſtandtheile der Körper, um ſie von einander zu trennen, definirt, und repulſive Bewegung genannt werden. Sie könne durch Reibung und Stoß erzeugt oder vielmehr erhöht werden.

Herr Gren *) bemerkt, daß bey der Entſtehung der Wärme durchs Reiben zweyer Körper an einander zwar noch nicht alle Umſtände ins Licht geſetzt, aber doch ſo viel ausgemacht zu ſeyn ſcheine, daß eine plötzliche und ſtarke Zuſammendrückung der Theile der ſich reibenden Körper ſtatt finden müſſe, wenn dadurch Hitze erregt werden ſolle, welches auch das Geräuſch, das beym Reiben immer zugegen ſey, beſtätige. Vielleicht werde nun durch dieſe plötzliche Zunahme der Dichtigkeit der Theile ihre Capacität oder ihre ſpecifiſche Wärme vermindert, und ſo Anhäufung von freyem Wärmeſtoffe, oder Temperaturerhöhung zuwege gebracht. Hieraus ließe ſich erklären, wie bey übrigens gleichen Umſtänden und gleichen Körpern die Entſtehung

*) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 637.

ſtehung der Wärme um deſto größer ſey, je heftiger das Reiben geſchehe, oder je ſchneller und ſtärker die ſucceſſiven Zuſammendrückungen und Schwingungen der Theile erfolgen. Ferner lehrten die Erfahrungen, daß die Leitungskraft der Körper für die Wärme auf die Erregung der Hitze vielen Einfluß habe, und daß dieſe bey gleicher Stärke der Reibung um deſto größer ſey, je ſchlechtere Leiter für die Wärme die reibenden Subſtanzen ſeyen. Die Luft, welche die reibenden Theile berühren, könne daher auch Wärmetheilchen ſchnell genug ableiten, daß ihre Wirkung nicht bemerkbar werde, wenn die Wirkung des Reibens nur ſchwach ſey; und wirklich habe auch Pictet deßhalb im luftleeren Raume die Wirkung des Reibens größer als im luftvollen gefunden, welches zugleich beweiſe, daß die Luft ſelbſt die beym Reiben feſter Körper erregte Wärme nicht hergebe. Freylich könne aber beym Reiben entzündlicher Subſtanzen die Temperatur derſelben bis zu ihrer Entzündungshitze erhöht und dadurch Verbrennen verurſacht werden, wobey dann die Luft allerdings zur Erzeugung der Hitze wirkſam ſey. Flüſſige Körper könnten ſich wegen der Verſchiebbarkeit ihrer Theile nicht unter einander reiben, wie man ſonſt angenommen habe. In ihnen ſelbſt ſey daher dieſe Art der Erregung der Wärme nicht möglich. Bey elaſtiſchen Flüſſigkeiten könne jedoch durch plötzliche Zuſammendrückung derſelben auf eine ähnliche Art, wie beym Reiben, Wärmeſtoff angehäuft werden, wie die Temperaturerhöhung der Luft beym ſchnellen Comprimiren derſelben offenbar beweiſe.

Die andere Art, wodurch Körper unmittelbar erwärmt werden, geſchieht durch die Einwirkung des Sonnenlichts. Man hat aber hiebey einen merklichen

lichen Unterſchied wahrgenommen. Es werden nämlich verſchieden gefärbte Körper bey gleicher Einwirkung des Sonnenlichts verſchieden erwärmt. Verſuche hierüber haben beſonders Muſſchenbroek [t]), Franklin [u]), de Sauſſure [x]) und Pictet [y]) angeſtellt. Ja Cavallo und Pictet haben wahrgenommen, daß Thermometer mit geſchwärzten Kugeln ſchon am Tageslichte höher ſtehen, als ſolche, deren Kugeln rein ſind. Hiebey entſteht aber die Frage, auf welche Art erwärmen die Sonnenſtrahlen die denſelben ausgeſetzten Körper? Die gemeinſte Meynung iſt beſtändig dieſe geweſen, daß das Sonnenlicht wirklich Wärmeſtoff auf die Erde herabſende, und die Körper dadurch warm mache. Allein de Lüc [z]) ſuchte zu zeigen, daß die Sonnenſtrahlen nicht wirkliche Wärme mittheilen, ſondern nur die in den Körpern ſelbſt befindliche rege machen. Er glaubte dieß aus Beobachtungen des Herrn Pictet zu beſtätigen, welche letzterer nachher ausführlich beſchrieben, und mehrere Folgen daraus gezogen hat [a]). An einem ſenkrecht aufgerichteten Maſtbaume wurden einige Thermometer in verſchiedenen Höhen, insbeſondere eines 75 Fuß hoch über der Erde an freyer Sonne, und ein anderes 5 Fuß hoch über dem Boden in den Schat-

t) Introductio ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 1620 ſq.

u) Lettres on philoſophical ſubjects. lett. 56.

x) Reiſe durch die Alpen. Th. IV. §. 932.

y) Verſuche über das Feuer. §. 183 f.

z) Briefe über die Geſchichte der Erde ꝛc. B. I. imgl. Syſtem über die Wärme; in den Leipz. Sammlung. zur Phyſik und Naturgeſch. B. II. St. 6. S. 643 f.

a) Verſuch über das Feuer. S. 160 f.

Schatten angebracht, und der Gang derſelben mit Sorgfalt beobachtet. Dieſe Beobachtungen zeigten Herrn Pictet folgende merkwürdige Erſcheinungen. Des Morgens, 2 bis $2\frac{1}{2}$ Stunde nach Sonnenaufgang, ſtanden beyde gleich hoch; nachdem aber die Sonne höher heraufſtieg, erwärmte ſich das untere Thermometer mehr, als das obere, und der größte Unterſchied, welcher in dem wärmſten Momente des Tags ſtatt hatte, betrug etwa zwey Grade nach der 80theiligen Skale. Hierauf näherten ſich beyde Thermometer einander wieder, trafen einige Zeit vor Untergang zuſammen, und gingen dann auf die entgegengeſetzte Art von einander ab, indem nun das untere niedriger als das obere ſtand. Dieſer Unterſchied nahm von Sonnenuntergang bis zu Ende der Dämmerung ſchnell zu, und ging bis auf 2 Grad und drüber. So war der Stand die ganze Nacht durch unverändert, und einige Zeit nach Sonnenaufgang fingen die Thermometer erſt an ſich wieder einander zu nähern, und erreichten nach zwey Stunden einen übereinſtimmenden Stand. Dieſen Gang beobachteten beyde Thermometer beſtändig bey ruhigen und heitern Tagen; nur bey heftigen Winden und bey gleichförmig trübem Himmel ſtimmten beyde Thermometer faſt den ganzen Tag über zuſammen. Dieſe Verſuche dienten dem Herrn de Lüc [b]) vorzüglich zum Beweiſe, daß die Sonnenſtrahlen an ſich nicht warm ſind, folglich durch Mittheilung nicht erwärmen, weil in den höhern Gegenden der Atmoſphäre das von der Sonne beſchienene Thermometer nicht ſo viel Wärme zeigt, als ein im Schatten ſtehendes in untern Gegenden. Er

b) Sechſter Brief an de la Metherie in Grens Journal der Phyſik. B. IV. S. 233 f.

Er erklärt dieß daher, weil die Sonnenſtrahlen in der dünnern und trockenern Luft der obern Schichten nicht ſo viel Wärmeſtoff, den ſie rege machen können, antreffen, als in der dichtern und feuchtern Luft nahe an der Erdfläche. Außerhalb der Atmoſphäre iſt nach de Lüc die Sonne nicht erwärmend, ſondern nur leuchtend. Auf hohen Bergen geben die Sonnenſtrahlen mehr Helligkeit, und ſind doch weniger warm. Es laſſe ſich gar wohl denken, daß in einer ſehr großen Höhe der Atmoſphäre das Sonnenlicht gar nicht mehr erwärme, und doch noch das Vermögen behalte, im Brennpunkte zu zünden. Die Helligkeit deſſelben nehme deſto mehr ab, je tiefer es falle, und mit Erreichung der Erdfläche werde es faſt von allen Körpern abſorbirt; alsdann ſey die Erregung der Wärme die vorzüglichſte Wirkung der Sonnenſtrahlen. Nehme man dagegen an, daß das Sonnenlicht den Wärmeſtoff ſelbſt enthielte, ſo müßte nach Sonnenuntergang gar keine Wärme mehr in dem Luftkreiſe anzutreffen ſeyn; denn welche Kräfte könnten ſie zurückhalten? ſie würde ohne Zweifel mit der nämlichen Geſchwindigkeit entfliehen, als ſie ankam, und ſo müßte im Sommer ſtarke Hitze und Kälte ſchnell mit einander abwechſeln. Entſpränge alſo die Wärme aus der Verbindung des Lichts mit der Wärmematerie, ſo würde das erſtere durch dieſe Verbindung genöthigt, länger um die Erde und in ihr zu verweilen. Ferner bringe der Schatten eines kleinen Körpers das Queckſilber eines an der freyen Sonne hangenden Thermometers nicht zum Fallen, wohl aber der Schatten größerer Körper, wodurch die ganze Luft vor den Sonnenſtrahlen geſchützt wird; — ein Beweis, daß dieſe Strahlen nicht durch eine eigene Wärme, ſondern erſt durch die in der Luft erregte wirken. Hieraus

zieht nun de Lüc den Schluß, daß die Sonnenſtrahlen Wärme erregen, aber nicht ſelbſt der Wärmeſtoff ſind; denn ſobald ſie Wärme erzeugen, werden ſie ihrer vorigen Eigenſchaft beraubt, ſie ſtrahlen und leuchten nicht mehr. Die Sonnenſtrahlen wirken aber auf eine doppelte Art; zuerſt erzeugen ſie in den Körpern eine Wärme, und dann zweytens vermehren ſie die ausdehnende Kraft des ſchon vorhandenen Wärmeſtoffs. Es erhält alſo die ganze in der Atmoſphäre befindliche Wärmemaſſe durch das Daſeyn der Sonne eine Vergrößeruug ihrer ausdehnenden Kraft, und dem Aufhören dieſer Wirkung müſſe man es vorzüglich zuſchreiben, daß in heitern Tagen nach Sonnenuntergang eine ſchleunige Erkältung der Atmoſphäre entſtehe. Eben dadurch erklärten ſich auch die abwechſelnden Jahrszeiten; denn je länger und anhaltender das Sonnenlicht über der Erdfläche wirke, und je größer der Winkel ſey, unter welchem daſſelbe auf die Oberfläche der Körper falle, deſto mehr Wärme werde erzeugt, und deſto mehr die ausdehnende Kraft der ſchon vorhandenen vergrößert. Die Wärme, als Wirkung des freyen Feuers anderer Subſtanzen, ſey ſtets der ausdehnenden Kraft des Feuers angemeſſen; daher werde ſie auch durch die Wirkung der Lichtſtrahlen vermehrt. Allein die Vergrößerung der ausdehnenden Kraft des Feuers durch neues Licht habe auch ihre Grenzen; denn wenn ſie eine gewiſſe Stufe erreicht habe, ſo gebe das Licht ein überſchüſſiges Feuer wieder her. Darans erklärt de Lüc die Helligkeit, welche ſich in der Nacht zeigt, wenn gleich die Strahlen der andern leuchtenden Weltkörper nicht zur Erde gelangen, imgleichen die übrigen phosphoriſchen Erſcheinungen.

Aehn-

Aehnliche Gedanken über die Erwärmung der Körper durch das Sonnenlicht hat vor de Lüc Herr Luz [c]) angeführt, und zugleich auf einige ihm dagegen gemachte Einwendungen geantwortet [d]).

Nach Herrn Gren [e]), welcher das Licht als eine Zuſammenſetzung von Brennſtoff und Wärmematerie betrachtet, erhitzt das Sonnenfeuer die ſeinem Einfluſſe ausgeſetzten Körper nicht allein nach Maaßgabe des freyen Wärmeſtoffs, welcher dabey iſt, ſondern auch nach Maaßgabe der ſtärkern oder ſchwächern Zerſetzung des Lichts, die es von dieſen Körpern erleidet. Vielleicht ſey das Verhältniß des freyen Wärmeſtoffs zum Lichte im Sonnenfeuer nur ſehr gering; und daraus ließe ſich erklären, warum die Sonnenſtrahlen bey dem Durchgange durch die atmoſphäriſche Luft, welche nur wenig Licht zerſetzt, die Luft ſelbſt nur wenig erwärmen könne. In der Zerſetzung des Sonnenlichts durch den Erdboden und die darauf befindlichen Körper ſey auch wohl der vorzüglichſte Grund zu ſuchen, warum die niedrigern Gegenden der Atmoſphäre an der Erdfläche eine höhere Temperatur, als die höhern Regionen derſelben beſitzen. Je mehr die Körper durch ihre Anziehung des Brennſtoffs das Licht zerſetzen, deſto mehr Wärmeſtoff ſondere ſich aus dem Lichte ab, deſto mehr verändern ſie ſeine Action, zu erleuchten, in die zu erwärmen. Körper, welche alſo das Licht ganz, ohne

c) Vollſtändige Anweiſung, Thermometer zu verfertigen. Nürnb. 1781. 8. §. 199.

d) Vollſtändige Beſchreibung der Barometer. Nürnberg 1784. 8. Anhang S. 84.

e) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 816 u. f.

ohne zerſetzt zu werden, durchdringt, und Körper, welche es unzerſetzt reflektiren, können nur in ſo fern erwärmt werden, als beym Lichte freyer Wärmeſtoff iſt. Hieraus erklärt Gren die verſchiedene Erwärmung der verſchieden gefärbten Körper von den Sonnenſtrahlen unter ſonſt gleichen Umſtänden.

Eine dritte beſonders merkwürdige Art, unmittelbare Wärme hervorzubringen, findet bey Vermiſchungen ſehr vieler ungleichartiger Subſtanzen ſtatt. Die Meynungen und Entdeckungen hievon ſollen aber erſt weiter unten erzählt werden.

Thermometer, Pyrometer, nebſt der freyen, fühlbaren oder thermometriſchen Wärme.

Herr de Lüc hatte ſich außerordentliche Mühe gegeben, durch Verſuche darzuthun, daß das Queckſilber zur Füllung der Thermometer unverkennbare Vorzüge vor dem Weingeiſte beſitze, und daß jenes ſechsmal empfindlicher als dieſes ſey. Indeſſen glaubt doch Herr Luz [f]) aus ſeinen Verſuchen ſchließen zu dürfen, daß Queckſilber und Weingeiſt in freyer Luft und im Waſſer, das nach und nach ſeine Wärme verliert, beyde in gleichem Grade empfindlich ſind; da im Gegentheil das Queckſilber bey plötzlich abnehmender Wärme doppelt, und bey plötzlich zunehmender Wärme dreymal empfindlicher ſey, als der Weingeiſt. Beym allmähligen Erkalten in freyer Luft zeigte ſich anfänglich das Queckſilber zwar empfindlicher, gegen das Ende holte der Weingeiſt es aber ein, und gelangte zum

f) Vollſtändige Anweiſung, die Thermometer zu verfertigen. Cap. 8. S. 159 f.

zum Gleichgewichte mit der Luft faſt noch eher, als das Queckſilber.

Herr Strohmeyer [g]) ſtellte gegen des Herrn de Lüc's Verſuche und Sätze einige Zweifel auf. Er behauptete, der Weingeiſt ſey bey tiefern Graden der Kälte dem Queckſilber weit vorzuziehen. Den Weingeiſt fand er bey einer Temperatur von — 16 Grad nach Fahrenh. in einer Miſchung von Schnee und Salpetergeiſt vollkommen flüſſig, da ſchon das Queckſilber wie ein weiches Amalgama zuſammen geronn, ſich im Anfange des Gerinnens ſchnell verdichtete, und nachher wie ein Faden hängen blieb. Hierin hat Herr Strohmeyer Recht; ſonſt aber hat er den Herrn de Lüc nicht richtig verſtanden, wenn er anführt, den Hauptgrund, welchen de Lüc gegen den Weingeiſt anführe, als ob derſelbe einen ungleichen Gang habe, werde er durch Verſuche widerlegen. Einen ſolchen Grund gebraucht de Lüc nirgends; denn ſonſt würde er das Queckſilber ſelbſt verworfen haben, von welchem er die Gleichheit ſeines Ganges keinesweges behauptet. Seine Meinung iſt bloß dieſe: das Queckſilber kommt dem gleichen Gange der Wärme näher als der Weingeiſt. Dieß widerlegen nun die Verſuche nicht, welche Strohmeyer gar nicht einmal anführt, ſondern von welchen er nur überhaupt ſagt, daß ſie mit du Creſt genau zuſammenſtimmten. Einer Vergleichung mit der Wärme, worauf eigentlich alles ankommt, wird dabey mit keinem einzigen Worte Erwähnung gethan. Auch hat Herr Luz gezeigt, daß Strohmeyer in du Creſt's Tabellen die dem Queckſilber zugehörige Columne mit der für den Weingeiſt verwechſelt, und dieſen Fehler auch

g) Anleitung übereinſtimmende Thermometer zu verfertigen. Götting. 1775. 8.

auch in ſeiner Rechnung fortgeführt hat, ſo daß es unbegreiflich iſt, wie ſie mit den Verſuchen haben übereinſtimmen können. Die Beſchuldigung kann alſo dem Herrn de Lüc gar nicht treffen, daß er bey ſeinen Verſuchen das gehörige Umrühren des erwärmten Waſſers müſſe vernachläſſigt haben, indem er ausdrücklich ſagt, daß er dieſe Vorſicht genau beobachtet habe.

Dagegen hat Herr Luz Verſuche angeſtellt, welche von denen des Herrn de Lüc nur in Kleinigkeiten abweichen, wie folgende Vergleichung mit 4 Thermometern von 80 Graden beweiſet:

Queckſilberthermometer.		Weingeiſtthermometer.		
		Ducreſt	de Lüc	Luz
Siedpunkt	80	80,00	80,00	80,00
	75	73,21	73,80	73,80
	70	66,83	67,80	67,80
	65	60,80	61,90	61,90
	60	55,06	56,20	56,10
	55	49,57	50,70	50,40
	50	44,31	45,30	44,90
	45	39,24	40,20	39,60
	40	34,36	35,10	34,70
	35	29,63	30,30	29,90
	30	25,05	25,60	25,30
	25	20,60	21,00	20,90
	20	16,27	16,50	16,50
	15	12,05	12,20	12,20
	10	7,94	7,90	7,90
	5	3,93	3,90	3,90
Eispunkt	0	0,00	0,00	0,00
—	5	— —	— —	— 3,90
—	10	— —	— —	— 7,60
—	15	— —	— —	— 11,20
—	20	— —	— —	— 14,50

Bey

Bey genau übereinſtimmenden Thermometern kömmt es vorzüglich auf die richtige Beſtimmung der beyden feſten Punkte an. Herr de Lüc hatte ſich bereis ſehr viele Mühe gegeben, den Siedpunkt bey verſchiedenem Drucke der Atmoſphäre aufzufinden, und zur Auffindung deſſelben ein Paar Regeln aus ſeinen Verſuchen abgeleitet (Th. V. S. 27. u. f.). Im Jahre 1777. ſetzte die königliche Akademie der Wiſſenſchaften zu London eine eigene Commiſſion nieder, welche die feſten Punkte der Thermometer unterſuchen ſollte. Die Glieder dieſer Commiſſion waren vorzüglich die Herren Cavendiſh, de Lüc, Maſkelyne und Horsley h). Bey der Unterſuchung des Siedpunkts gebrauchten zwar dieſe Herren auch offene Gefäße, in welche ſie die Thermometer brachten; allein vorzüglich wählten ſie hiezu ein vom Herrn Cavendiſh erfundenes Gefäß (fig. 14.) abdc von Blech, das oben mit Handhaben verſehen, und bey ſeiner Oeffnung ab ringsherum mit einem etwas breiten hervorſpringenden Rand verſehen iſt. Dieß Gefäß wird mit einem genau paſſenden blechernen Deckel verſchloſſen, um die Dämpfe des kochenden Waſſers zuſammenzuhalten; überdieß wird noch rings um dieſen Deckel und auf ihn eine dicke naſſe Leinwand gelegt. Mitten in dem Deckel wird eine kleine Oeffnung gemacht, und in dieſe ein blechernes Röhrchen f angelöthet, in welches ein Korkſtöpſel geſteckt wird, durch deſſen Oeffnung in der Mitte die Thermometer-Röhre hin-

h) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXVII. P. II. n. 37. Bericht einer von der königl. Societät zu London niedergeſetzten Commiſſion, über die beſte Methode, die feſten Punkte des Thermometers zu beſtimmen, in den Leipz. Sammlung. zur Phyſik und Naturgeſch. B. I. St. 6. S. 643. f.

hindurch gezwängt wird, damit keine Dämpfe entweichen können. Endlich erhält der Deckel noch ein kleines blechernes angelöthetes und an beyden Enden offenes Röhrchen e von 3 Zoll Länge und $\frac{1}{2}$ Zoll Weite, damit die überflüſſigen Dämpfe entweichen können.

Von dieſem Gefäß haben nun jene Herren zweyerley Gebrauch gemacht: 1. haben ſie bloß den untern Theil deſſelben etliche Zoll hoch mit Waſſer angefüllt, und das Thermometer ſo geſtellt, daß ſeine Kugel nicht das Waſſer ſelbſt berührte, ſondern ein Paar Zoll darüber ſtand. Das Thermometer war alſo bloß den Dämpfen des kochenden Waſſers ausgeſetzt. 2. Bisweilen hatten ſie unter ſonſt gleichen Umſtänden die Thermometerkugel in das Waſſer ſelbſt verſenkt. Sie füllten nämlich ſo viel Waſſer zu, daß die Kugel 2 bis 3 Zoll tief unter dem Waſſer ſtand.

In beyden Fällen erhitzten ſie nur den Boden des Gefäßes, und verhüteten, daß das Feuer nicht höher hinauf an die Seitenwände des Gefäßes ſchlagen konnte. Deßwegen legten ſie nicht allzuweit über dem Boden einen ohngefähr 2 Zoll breiten Ring von Eiſenblech um das Gefäß, und bedienten ſich bloß eines Kohlenfeuers.

Aus ihren angeſtellten Verſuchen ergaben ſich folgende Reſultate:

1. Am Waſſer ſelbſt fanden ſie keinen Unterſchied, ſie mochten deſtillirtes, oder Regen- oder Quellwaſſer nehmen; beym Kochen deſſelben war der Grad der Wärme der nämliche.

2. Das Waſſer mochte ſchnell oder langſam gekocht werden, ſo gab das Thermometer doch keinen

größern

größern Unterſchied, als höchſtens von $\frac{1}{10}$ Fahrenh. Grad. Nur in dem Falle betrug er mehr, wenn ein großer Theil der Seitenwände des Gefäßes dem Feuer ausgeſetzt wurde. Der Unterſchied konnte auf $\frac{1}{2}$ Grad ſteigen.

3. Stand die Kugel des Thermometers 15 Zoll unter dem Waſſer, ſo ſtieg das Thermometer um $\frac{2}{3}$ Grad höher, als wenn die Kugel nur von 4 Zoll hoch Waſſer bedeckt, die Röhre aber dabey in den Dämpfen des kochenden Waſſers war. Daher ſchlagen ſie vor, die Kugel nur bis auf die beſtimmte Höhe von 4 Zoll unter das Waſſer zu bringen.

4. Am regelmäßigſten fielen die Thermometerhöhen aus, wenn nur etliche Zoll Waſſer unter, und eben ſo viel über der Kugel ſich befanden.

5. Am allerſicherſten war es, wenn die Kugel gar nicht ins Waſſer, ſondern bloß in die Dämpfe des ſiedenden Waſſers gebracht wurde. Uebrigens war es gleichviel, die Kugel mochte nahe oder weit vom Waſſer abſtehen.

6. Die Hitze der Dämpfe beträgt 0,48 Fahrenh. Grade weniger, als die Hitze des ſiedenden Waſſers. Dieß macht gerade ſo viel, als der Unterſchied, den eine Barometerveränderung von $\frac{3}{10}$ engliſche Zoll bewirken kann. Daher muß der im Waſſer ſelbſt geſuchte Siedpunkt mit dem in den Dämpfen beſtimmten übereintreffen, wenn bey dem letztern die Barometerhöhe $\frac{3}{10}$ Zoll höher als bey dem erſtern geweſen iſt.

7. Wenn einerley Thermometer unter denſelben Umſtänden und bey einerley Barometerhöhe, aber an verſchiedenen Tagen, entweder in das Waſſer ſelbſt, oder

oder in die Dämpfe gebracht wurden, ſo fand ſich ein Unterſchied von 0,35 bis 0,8 Graden. Die Urſache hievon konnten ſie nicht entdecken.

Uebrigens gaben dieſe Gelehrten noch folgende Regel: Wenn das Fahrenheitſche Thermometer die Kälte des thauenden Eiſes durch den 32ten und die Hitze des ſiedenden Waſſers durch den 212ten Grad richtig ausdrucken ſolle, ſo müſſe der Siedpunkt im Waſſer bey der Barometerhöhe von 29,5 engliſchen Zollen = 332,15 Pariſ. Linien, und in den Dämpfen des ſiedenden Waſſers bey der Barometerhöhe von 29,8 engliſchen Zollen, = 335,5 Pariſ. Linien genommen werden. Bey andern Barometerhöhen ſolle man den beſtimmten Siedpunkt auf die angegebenen reduciren.

Wollte man bey dieſer Reduction die Th. V. S. 30. u. f. angeführten Formeln A) und B) gebrauchen, ſo würde ſie etwas beſchwerlich werden. Inzwiſchen läßt ſich ohne merklichen Fehler annehmen, daß die Aenderungen des Siedpunkts in den engen Grenzen der gewöhnlichen Barometerveränderungen proportional ſind. Berechnet man alſo nach dieſen Formeln die Siedhitze für $29\frac{1}{2}$ und $30\frac{1}{2}$ engl. Zoll Barometerhöhe (d. i. für 332,15 und 343,43 Pariſ. Linien), ſo findet man ſie 80,54 und 81,25 Grade; alſo beträgt der Unterſchied 0,71 Grad nach der Reaumürſch. oder $\frac{9}{4}$ 0,71 = 1,59 nach der Fahrenheitſchen Skale. Aendert ſich alſo das Barometer um 0,114 engliſche Zoll, ſo würde ſich folglich um jenen Barometerſtand herum der Siedpunkt etwa um 0,114 . 1,59 = 0,181 Fahrenh. Grade, d. i. um $\frac{1}{1000}$ des ganzen Abſtandes zwiſchen Sied- und Gefrierpunkt ändern. Hieraus zog man dieſe leich-

te

te Regel: ſteht das Barometer um 0,114 . α Zoll höher oder niedriger, als die zur allgemeinen Norm angenommenen Barometerſtände ſind, ſo muß man den angenommenen Siedpunkt um α Tauſendtheile ſeines Abſtandes vom Gefrierpunkte weiter herab, oder weiter hinauf rucken. Hiernach iſt nun eine Berichtigungstabelle von den genannten Gelehrten berechnet worden, welche Herr Luz zugleich auf Pariſer Maas reducirt hat.

Barometerhöhe				Berichtigung in Tauſendtheilen
in Dämpfen		im Waſſer		
engliſches Maas	Pariſer Linien	engliſches Maas	Pariſer Linien	
		30,64	345,00	− 10
		53	343,76	− 9
30,71	345,78	41	342,40	− 8
59	344,43	29	340,94	− 7
48	343,20	18	339,82	− 6
37	341,96	07	338,58	− 5
26	340,60	29,95	337,23	− 4
14	339,38	84	335,99	− 3
03	338,13	73	334,75	− 2
29,91	336,78	61	333,40	− 1
80	335,54	50	332,15	0
69	334,30	39	330,92	+ 1
58	333,06	28	329,68	+ 2
47	331,82	17	328,45	+ 3
36	330,58	06	327,20	+ 3
25	329,35	28,92	325,63	+ 4
14	328,10	81	324,39	+ 5
03	326,87	70	323,15	+ 6
28,92	325,63	59	321,91	+ 7
81	324,39			+ 8
70	323,15			+ 9
59	321,91			+ 10

Der Gebrauch dieſer Tabelle iſt folgender. Es ſey der Siedpunkt im Waſſer bey 29,73 Zoll Barometerhöhe beſtimmt worden, und der Abſtand dieſes Punkts von dem Gefrierpunkte betrage 14 Zoll, ſo ſteht bey der Zahl 29,73 für das Waſſer in der Tabelle die Zahl — 2, es muß daher die Stelle des 212ten Grades um $- \frac{2}{1000} \cdot 14 = 0{,}028$ Zoll niedriger als der beobachtete Punkt geſetzt werden.

Die von Herrn de Lüc angeführten beyden Formeln zur Beſtimmung des Siedpunkts bey verſchiedenen Barometerſtänden treffen für die angegebenen Grenzen ziemlich zuſammen (Th. V. S. 31.); allein daraus folgt noch nicht, daß ſie wirkliche Naturgeſetze ausdrucken. Vielmehr läßt ſich behaupten, daß ſie dieß in der That nicht thun. Denn für 6 Linien Barometerhöhe würden beyde Formeln einen negativen Werth geben, mithin den Siedpunkt unter den Eispunkt bringen, welches widerſinnig wäre. Gren wünſchte daher Erfahrungen über die Grade des Siedpunkts bey niedrigern Barometerhöhen, als ſie der Herr de Lüc hat, zu erhalten. Verſuche dieſer Art hat zwar ſchon Herr Achard [i]) unter der Glocke der Luftpumpe angeſtellt, dabey aber auf den Druck der äußern Luft gegen die Queckſilberſäule ſeines Elaterometers Acht zu haben, und den jedesmaligen Barometerſtand beym Verſuche zu bemerken, gänzlich vergeſſen. Deßwegen waren ſeine Reſultate zur Beſtimmung der abſoluten Elaſticität ganz unbrauchbar; auch wurde er aus dieſen Verſuchen auf die ganz irrige

i) Ueber das Verhältniß zwiſchen dem Drucke der Luft auf die Oberfläche der Flüſſigkeiten und dem Grade der Wärme, den ſie beym Kochen erhalten, in ſ. Sammlung phyſ. chemiſch. Abhandl. B. I. Berlin 1784. S. 213 u. f.

irrige Folge geleitet, daß der Grad der Siedhitze des Waſſers im geraden Verhältniſſe der Verdichtung oder der abſoluten Elaſticität der Luft ſtehe. Gren [k]) unternahm es daher, eigene Verſuche anzuſtellen. Zu dem Ende brachte er unter eine geräumige Glocke eine 10 Zoll lange heberförmige Barometerprobe, deren Skale in Pariſer Zolle und Linien getheilt war; daneben ſtellte er ein Glas mit kochendem Waſſer auf den Deckel eines Pappencylinders, damit es durch Berührung mit dem Teller nicht ſo ſchnell abkühlen möchte. In das Waſſer hieng er ein ſehr empfindliches von Herrn Renard verfertigtes Queckſilberthermometer ohne Geſtell, deſſen Siedpunkt bey 28 Zoll Barometerhöhe beſtimmt war. Von mehreren Perſonen beobachtete die eine den Thermometerſtand beym Sieden des Waſſers, die zweyte den Stand des Queckſilbers in dem einen Schenkel des Barometers, eine dritte den im andern Schenkel, und eine vierte ſchrieb die angeſagten Zahlen auf.

Hatte man die Luft unter der Glocke ſo weit verdünnt, daß das Waſſer zu kochen anfieng, ſo ſank das Barometer während des Kochens immer noch um einige Linien herab, ohne daß mit der Verdünnung fortgefahren wurde. Die Urſache davon lag in der Zerſetzung der ausgehenden Waſſerdämpfe durch ihre Berührung mit der Glocke und dem übrigen Apparate, wodurch das Fluidum unter der Glocke nothwendig eine geringere Elaſticität erhalten mußte. So fiel auch während des Siedens das Thermometer ſchneller als ſonſt, weil zu der fortdauernden Abkühlung des

k) Neues Journal der Phyſik. B. I. H. 2. S. 184 u. f.

des Waſſers noch die durch Verdampfung hervorgebrachte hinzukam. Durch dieſe Umſtände war Gren genöthigt, den Stand des Barometers und Thermometers ſo zu beſtimmen, wie er beym erſten Augenblicke, in welchem das Waſſer zu kochen anfieng, ſtatt findet.

Bey Barometerhöhen über 10 Grad, wozu die Barometerprobe nicht zureicht, wird die Elaſticität der Luft unter der Glocke am beſten durch den Stand des Queckſilbers gemeſſen, welches in einer mit dem Raume der Glocke communicirenden Röhre durch den Druck der äußern Luft erhalten wird, indem man den beobachteten Stand in dieſer Röhre von dem gleichzeitigen Stande eines in der Nähe befindlichen Barometers abzieht.

Die Verſuche gaben Gren folgende Reſultate:

Barometerſtand	Siedgrade des Waſſers	Barometerſtand	Siedgrade des Waſſers
14 Zoll 6,5 Lin.	67° Reaum.	3 Zoll 9 Lin.	43° Reaum.
8 - 0 -	56–57°	3 - 5 -	42 -
7 - 8,5 -	55,8 -	3 - 2 -	45,25 -
7 - — -	54 -	3 - 1 -	40 -
6 - 1 -	51,5 -	2 - 11 -	39–39,5
5 - 5,5 -	50,5 -	2 - 9 -	38 -
5 - 3 -	49 -	2 - 3 -	35 -
5 - 2 -	48,5 -	2 - 1 -	33,75 -
4 - 10 -	47–47,5	1 - 11 -	32 -
4 - 4 -	45,5 -	1 - 9 -	31 -
3 - 11 -	44 -	1 - 6 -	29,5 -

Hieraus ſchloß nun Gren das allgemeine Geſetz, daß die abſolute Elaſticität der Waſſerdämpfe in jedem Siedgrade dem jedesmaligen Barometerſtande gleich ſey, welcher beym Kochen des Waſſers ſtatt hat,

oder,

oder, welches auf eins hinausläuft, der Druck, welchen die Oberfläche des ſiedenden Waſſers leiden muß, iſt der abſoluten Elaſticität der Waſſerdämpfe gleich. Dieß Geſetz ließ ſich ſchon aus der Theorie erwarten, indem die Permanenz und Entſtehung der Waſſerdämpfe nicht anders beſtehen können, als wenn ihre Elaſticität mit dem Drucke der Luft das Gleichgewicht hält.

Nun ſtellte Gren eine Vergleichung ſeiner Reſultate mit den Siedgraden an, welche für gleiche Barometerhöhen durch Berechnung aus Herrn de Lüc's Formel A) erhalten werden, welche folgendes gab:

Barometerſtand				Siedgrade beobachtete	Siedgrade berechnete	Unterſchied
14 Zoll	6,5	Linien		67°	66,7	— 0,30
7	-	0	-	54	50,98	— 3,02
3	-	11	-	44	38,5	— 5,50
2	-	9	-	38	30,9	— 7,10
2	-	3	-	35	26,58	— 8,42
1	-	11	-	32	23,13	— 8,87
1	-	6	-	29,5	17,86	— 11,64

Die vierte Columne zeigt, daß die berechneten Siedgrade nach de Lüc's Formel bey niedrigern Barometerhöhen zu klein ausfallen, und daß dieſer Irrthum deſto größer werde, je niedriger die Barometerhöhe, oder je geringer der Druck angenommen wird.

Vergleichungstafeln der Skalen von verſchiedenen Thermometern finden ſich bey Strohmeyer[1]), P. Hell,

1) Anleitung übereinſtimmende Thermometer zu verfertigen. Götting. 1775. 8.

P. Hell [m]), im Journal de phyſique [n]), und am vollſtändigſten bey van Swinden [o]).

Gleichungen zur Reduction der Thermometergrade auf andere Skalen hat Herr Kramp [p]) zuerſt gebraucht, ohne jedoch die Art, wie ſie gefunden werden, anzuführen.

Formeln, welche zur Verwandlung der Thermometergrade dienen, hat Winkler ſchon im Jahre 1754 mitgetheilt [q]). Auch Käſtner [r]) handelt von dieſem Gegenſtande. In der größten Allgemeinheit hat Herr Hindenburg [s]) die Aufgabe der Vergleichung der Thermometerſkalen ſo aufgelößt, daß man die hiezu gehörigen Formeln zuſammen leicht und deutlich überſieht. Hiebey kommt es auf die Frage an: wenn in zwey verſchiedenen Skalen die Anzahl ihrer Grade m und μ, die Zahlen, welche am Gefrierpunkte ſtehen, d und δ, und die Zahlen an zwey andern übereinſtimmenden Punkten x und ξ heißen, wie können beyde letztere x und ξ aus einander gefunden werden? Weil hier von genau harmonirenden Thermome-

m) Ephemerid. Vienn. 1764. p. 164. 243.

n) Vol. XVI. 1773.

o) Diſſert. ſur la comparaiſon des thermomètres. Amſt. 1778. 8.

p) Geſchichte der Aeroſtatik. Th. I. S. 100. imgl. Anhang zur Geſchichte der Aeroſtatik. S. 45. 50. 51.

q) Anfangsgründe der Phyſik. Leipz. 1754. 8. §. 124 f.

r) Abhandl. von Höhenmeſſungen mit dem Barometer in den Anmerk. zur Markſcheidekunſt. S. 361. 372 u. f. Anfangsgründe der angewandten Mathematik. 4te Aufl. 1792. Zugabe zur Aerometrie. S. 390 f.

s) Progr. formulae comparandis gradibus thermometricis idoneae. Lipſ. 1791. 4.

mometern die Rede iſt, ſo folgt, daß ſich die Zahlen der Grade zwiſchen dem Gefrier- und Siedpunkte beyder Thermometer gerade ſo wie die Zahlen der Grade zwiſchen den Gefrierpunkten und den mit x und ξ bezeichneten verhalten müſſen, d. h. es iſt

$$m : \mu = x - d : \xi - \delta$$

Daraus ergiebt ſich nun folgende Gleichung

$$m\xi - m\delta = \mu x - \mu d,$$ und daraus findet ſich

$$x = \frac{m(\xi - \delta)}{\mu} + d \text{ und } \xi = \frac{\mu(x - d)}{m} + \delta$$

wo abwärts gezählte Grade durch negative Zeichen angedeutet werden.

Aus dieſen allgemeinen Formeln laſſen ſich für beſtimmte Skalen ſehr leicht beſondere Ausdrücke ableiten. Wenn die Buchſtaben F, R, I, C harmonirende Grade auf Fahrenheit's, Reaumür's, de l'Isle's und Celſius's Skalen anzeigen, ſo müſſen in jenen allgemeinen Formeln für m, d, x und μ, δ, ξ die gehörigen Werthe ſubſtituirt werden. Hierbey findet noch der Vortheil ſtatt, daß man die Brüche $\frac{m}{\mu}$ und $\frac{\mu}{m}$, wenn es möglich iſt, in ihre kleinſten Zahlen ausdrücken kann, wodurch man folgende ſehr einfache Formeln findet

$$F = \tfrac{9}{4}R + 32 \qquad I = 150 - \tfrac{15}{8}R$$
$$F = 212 - \tfrac{6}{5}I \qquad R = \tfrac{4}{5}C$$
$$F = \tfrac{9}{5}C + 32 \qquad C = 100 - \tfrac{2}{3}I$$

Aus dieſen Gleichungen laſſen ſich noch folgende ſehr bequeme Ausdrücke zur Vergleichung von F, R, I, C ableiten

$$4F - 9R = 128 \qquad 8I + 15R = 1200$$
$$5F + 6I = 1060 \qquad 5R - 4C = 0$$
$$5F - 9C = 180 \qquad 3C + 2I = 300.$$

Uebrigens haben mehrere Schriftſteller, z. B. Dü-creſt, Strohmeyer, Durand, Luz und Andere Vorſchriften theils zur Auswahl ſchicklicher Thermometerröhren, zur Beſtimmung der Größen der Thermometerkugeln, zur Füllung der Thermometer, zur richtigen Anſtellung thermometiſcher Beobachtungen, theils zu andern Abſichten gegeben, welche mehr den Künſtler, als den eigentlichen Naturforſcher angehen.

In den neueſten Zeiten hat man auch angefangen, ſogenannte Thermometergraphen zu erfinden, d. h. Vorrichtungen, welche den Gang der Wärme binnen einer gewiſſen Zeit von ſelbſt anzeigen. Herr Six hat eine ſolche Einrichtung angegeben, die den größten und geringſten Wärmegrad, welcher während einer gewiſſen Zeit eingetreten iſt, aufzeichnet. Dieß Werkzeug, welches le Maiſtres t) beſchrieben hat, beſteht aus einer zweymal gekrümmten Glasröhre (fig. 15.) abcd, und einem kleinen daran geſchmolzenen Cylinder ag. Der Cylinder und der Theil aby der Röhre ſind mit Alkohol gefüllt, der Theil ycz hingegen mit Queckſilber; jener dient als Wärmemeſſer, und beyde berühren ſich ohne einen Luftzwiſchenraum; das Stück ed iſt leer und bey d offen. Wird der Alkohol bey zunehmender Wärme ausgedehnt, ſo druckt er auf die Queckſilberſäule in y, und treibt dieſe in den Schenkel byc hinunter und in den andern Schenkel czd hinauf. Beyde Schenkel haben gleiche Eintheilung; nach der Einrichtung des Erfinders die Fahrenheitſche. Wenn daher da, wo in der Figur o ſteht, der Punkt des gefrierenden Waſſers in beyden Schenkeln iſt, ſo müſſen von o nach c, und in dem andern Schenkel von o nach d gleiche Eintheilungen aufgetra-

t) Journal de chimie par *de la Metherie.* T. V. p. 150.

tragen werden, und ſo auch nach den entgegengeſetzten Seiten zu.

Bey i und k ſind kleine ſehr leichte eiſerne Pfeile, welche im Feuer bronzirt ſind. Die beyden Stückchen Haar n und o thun die Dienſte einer elaſtiſchen Feder, und drucken ſo ſtark gegen die Wände der Röhre, daß der Pfeil, der mit ſeinem breiten Fuße auf dem Queckſilber ruht, zwar mit dieſem die Röhre hinaufſteigen, aber nicht wieder zurückſinken kann, weil nach der erſten Richtung hier die Haare ſogleich nachgeben, dagegen nach der andern ſich gegen die Wände der Röhre ſtemmen, und den Pfeil beym Zurückſinken des Queckſilbers hangend erhalten. So zeigen die Pfeile den höchſten und niedrigſten Stand des Queckſilbers, alſo die größte und geringſte Wärme an, welche während irgend einer Zeit eingetreten iſt. Will man nach einer ſolchen Beobachtung das Thermometer aufs neue zu einer Beobachtung einrichten, ſo zieht man das eiſerne Pfeilchen mittelſt eines Magnets auf die Oberfläche des Queckſilbers zurück. Man muß darauf ſehen, daß der Fuß des Pfeils nicht zu breit ſey, damit er dem ſich ausbreitenden Weingeiſte kein Hinderniß hinabzuſteigen in den Weg ſetze, und dieſem ein völlig freyes Spiel laſſe. Die Thermometerröhre hatte eine Weite von $1\frac{1}{2}$ Millimetre, oder von ungefähr $\frac{1}{2}$ Linie.

Herr Rouppe iſt für dieſes Inſtrument ungemein eingenommen, und bedient ſich ſeit einiger Zeit keines andern Thermometers.

Eine der Six'ſchen ähnliche Einrichtung hat auch bereits im Jahre 1794 Rutherford [u]) angegeben. Weil

u) Philoſ. Tranſ. of Edinb. ſociety. Vol. III. 1794.

Weil das Six'ſche Werkzeug bloß das Maximum und Minimum der Wärme angiebt, ſo bemerkt Herr von Arnim, daß es auf den Nahmen eines Thermometergraphen keinen Anſpruch machen könne. Selbſt nicht einmal das Maximum und Minimum der Wärme könne nach der Six'ſchen Einrichtung genau und verſtändlich genug angegeben werden, und der Beyfall, welchen ihm Rouppe gebe, laſſe ſich höchſtens nur in ſo fern rechtfertigen, als es bisher an einem beſſern Inſtrumente fehlte. Nicht bloß der Luftdruck wirke auf daſſelbe, und dieſer ſey veränderlich, ſondern der Weingeiſt erleide überdem bey verſchiedenem Stande des Queckſilbers in den beyden Schenkeln, mithin von allen verſchiedenen Wärmegraden, an dem Queckſilber einen verſchiedenen Druck. Auch abgeſehen von dem veränderlichen Drucke müßten die Grade des Six'ſchen, im Vergleiche mit den Graden anderer Thermometer, ungleich werden. Hier wirkten außerdem als Wärmemeſſer zwey Körper zuſammen, welche bey einerley Veränderungen der Temperatur auf das verſchiedenſte ausgedehnt werden, und, nach Lambert's Verſuchen, dem Lichte ausgeſetzt, ſehr verſchiedene Wärmegrade annehmen. Auch dieſe Verſchiedenheit der Ausdehnung beyder Subſtanzen in gleichen Wärmegraden müſſe in einem Inſtrumente, in welchem ſie beyde gemeinſchaftlich den Stand beſtimmen, ungleich wachſende Grade im Verhältniß zu den gleichen Graden eines andern Thermometers hervorbringen. Die Grade dieſes Thermometers könnten daher nicht durch unmittelbare gleiche Eintheilung des Raums zwiſchen dem Froſt- und Siedpunkte gefunden, ſondern müßten durch andere Thermometer beſtimmt werden, von denen man doch nie mit Gewißheit wiſſen könne, ob ſie dieſelbe Tempera-

peratur wie das zu graduirende haben. Ferner verdunſte auch das Queckſilber bey einer mittleren Wärme, und die Röhre werde mit Staub und Feuchtigkeit bedeckt; beydes ſey der Genauigkeit gleich hinderlich. Endlich könne er unmöglich glauben, daß die kleinen eiſernen Pfeile, die ſo loſe ſind, daß ſie ſich nicht unter die Oberfläche des Queckſilbers ſenken, daß ſie nur durch einen Magneten herabgezogen werden, daß ſie nur durch ein ſeitwärts gelegtes Pferdehaar ſich halten, wovon der eine ſtets durch den Weingeiſt genäßt werde: daß, ſagt er, dieſe beym Sinken des Queckſilbers ſtehen bleiben, und nicht bey der geringſten Erſchütterung herunterſinken ſollten.

Die Einrichtung des Thermometergraphen des Herrn von Arnim beruht darauf, daß das Queckſilber, welches bey einer hohen Temperatur die ganze Röhre des Thermometers erfüllt, bey einer ſinkenden Temperatur in die Kugel und näher nach der Kugel ſich zurückzieht, ſo daß, wenn man vorher Röhre und Kugel ins Gleichgewicht gebracht hat, dieſes durch die Erniedrigung der Temperatur geſtört wird. Das Thermometer (fig. 16.) ab, welches dazu erfordert wird, muß, um empfindlich zu ſeyn, mit einer längern weitern Röhre und einer verhältnißmäßigen Kugel verſehen ſeyen. Es ruht in der fein gearbeiteten und gut getheilten Meſſingſkale cd, welche durch die Achſe e in den beyden Pfannen f ruht. An der der Kugel gegenüber ſtehenden Seite befindet ſich eine feine Schraube dg, die ſich in eine Spitze endigt; ſie dient einmal, den horizontalen Stand des Thermometers anzuzeigen, und dann, um durch Vor- oder Zurückſchrauben das kleine Gewicht h längs der Skale zu verſchieben, und mittelſt deſ-

ſel-

ſelben das Gleichgewicht bey einer gewiſſen Temperatur hervorzubringen.

Nun muß man wiſſen, was für hohe Grade der Wärme man beobachten will. Bis zu dieſen erwärme man das Thermometer, und bringe durch das kleine Gewicht h das Gleichgewicht hervor. Kennte man genau das abſolute Gewicht des Queckſilbers im Thermometer, die Länge der Röhre, den Durchmeſſer derſelben und der Kugel u. ſ. w.; hätte ferner die Wage die ſchickliche Einrichtung dazu: ſo würde es leicht ſeyn, aus einer Erfahrung die Grade an der Scheibe i und k für die übereinſtimmenden Thermometergrade durch Rechnung zu finden. Allein jene Erforderniſſe ſind ſchwerlich genau zu erhalten; daher iſt es ſicherer, die beym Uebergewichte durch den Arm ed abgeſchnittenen Grade beym allmähligen Erkalten zu beobachten, aufzuzeichnen, und nachher einzuſtechen. Empfängt zugleich das ganze Inſtrument dieſen Wärmegrad, ſo kann auch nicht die kleinſte Differenz bey mehreren wiederholten Beobachtungen ſtatt finden.

Hinter dem Gradbogen ik bemerkt man den geſchwärzten Streifen lm. Dieſer gehört zu einer polirten Scheibe, welche durch Rauch geſchwärzt iſt, und auf welcher durch das hervorragende kleine Gewicht h bey jeder Bewegung des Thermometers eine Linie gezogen wird. Will man bloß das Maximum und Minimum der Wärme während einer beſtimmten Zeit wiſſen, ſo iſt von jener mehr nicht als dieſer Streifen nöthig, und die Endpunkte des von dem Gewichte angeſtrichenen Bogens zeigen dieſe Punkte auf der Gradſcheibe an. Will man aber den Gang

der

der Wärme wiſſen, ſo wird dazu die polirte und durch Rauch geſchwärzte Scheibe erfordert, welche durch eine hinten angebrachte Uhr in einer gewiſſen Zeit herumgedreht wird. Das Gewichtchen h zieht auf derſelben ununterbrochene Linien, aus deren Entfernung vom Mittelpunkte man in jeder Stunde den Wärmegrad findet.

Herr de Lüc wurde durch einen Gedanken von Ramsden veranlaßt, ein Mikroſkop zur Meſſung der relativen Ausdehnungen durch die Wärme zu gebrauchen. Es wurden nämlich von denjenigen Materien, deren Ausdehnungen verglichen werden ſollten, die untern Enden an einander befeſtigt, und mit Abtheilungen verſehen. Nach Erwärmung derſelben in Waſſer von bekannter Temperatur zeigte das Mikroſkop, welche Theilungsſtriche mit einander zuſammentrafen, woraus ſich das Verhältniß ihrer Ausdehnungen ſchließen ließ. Er führt an, daß er bey einer Veränderung der Wärme von 10 bis 40 Grad nach ſeiner Eintheilung am Thermometer die Ausdehnung des Meſſings und Eiſens im Durchſchnitt wie 21 zu 10 gefunden habe, welches mit der Beſtimmung von Dom Juan am meiſten übereinſtimmt. Auch zeigt er ein Mittel, durch ein am Mikroſkop angebrachtes Mikrometer die abſoluten Ausdehnungen zu finden. Durch einen Verſuch hiemit fand er die Ausdehnung einer Glasröhre vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte 0,00083 ihrer Länge, völlig eben ſo, wie Smeaton angegeben hat. Das Glas dehnt ſich bey gleicher Temperatur ganz genau zu einerley Länge aus, nur iſt der Gang ſeiner Ausdehnung nicht gleichförmig. Wenn es ſich von 70 Grad des de Lüc's Thermometer bis 0 immer von 10 zu 10 Grad abkühlt,

abkühlt, ſo verhalten ſich die ſucceſſiven Verkürzungen wie 31, 29, 26, 24, 22, 19 [x]).

Im Jahr 1782 machte Herr Wedgwood [y]) ein Pyrometer bekannt, welches allen andern den Vorzug ſtreitig macht. Es gründet ſich auf das Vermögen des Thons, in der Hitze zu ſchwinden, ohne ſich durch plötzliche Erkältung wieder auszudehnen. Auf einer meſſingenen Platte ſind meſſingene Stäbe gelöthet, die etwas ſchräg gegen einander laufen, und ſo eine allmählig enger werdende Nute bilden, in welche die zum Gebrauch dienenden thönernen Cylinder hinein geſchoben werden. Um nun den Grad der Hitze eines Ofens zu meſſen, legt man einen thönernen Cylinder hinein, und wirft ihn ſogleich, nachdem er die Hitze des Ofens angenommen hat, in kaltes Waſſer. Der Cylinder geht deſto tiefer in die Nute des Pyrometers hinein, je ſchmäler er durch die Hitze geworden iſt. An der Stelle, wo der Cylinder ſtehen bleibt, ſteht auf den Stäben eine Zahl, die den Grad der Hitze angiebt. Wedgwood verſchwieg aber die Maſſe ſeiner Pyrometercylinder. Herr Gazeram [z]) in Paris hielt es daher der Mühe werth, über die Verfertigungsart derſelben eine Reihe von Verſuchen anzuſtellen.

Da er aus Vauquelin's Analyſe der Wegdwood'ſchen Pyrometerkörper erſehen hatte, daß er auf eine Miſchung aus 25 Theilen Alaunerde, 65 Theilen

x) An Eſſay on pyrometry and aerometry and on phyſical meaſur. in general; in den Philoſ. Tranſ. Vol. LXVIII. 1778. P. I.

y) Philoſ. Tranſ. Vol. LXXII.

z) Annales de chimie. T. XXXVI. p. 100.

len Kieſelerde und 10 Theilen Waſſer hinarbeiten müſſe, ſo verſuchte er verſchiedene Miſchungen aus reiner Alaun- und Kieſelerde, und aus fein zerſtoßenem Bergkryſtalle oder weißem Sande, mit Franzöſiſchem Thon, der 0,5 bis 0,4 Alaunerde enthielt. Dieſe weitläuftigen und mühſamen Verſuche führten ihn nebenher auf Porzellan- und Fayencemiſchungen von weit wohlfeilerer Art als die üblichen. Unter allen Thonarten fand er den weißen, der am reichſten an Alaunerde iſt, zu den Pyrometenkörpern am geſchickteſten; der, deſſen er ſich bedient, enthält in 100 Theilen an Alaunerde 34,09, an Kieſelerde 43,11, Waſſer 19,15, Kalkerde 2,3, Eiſenoxyd 0,75. Von dieſem durch das feinſte Sieb geſchlagenen Thon wurden, dem Gewichte nach, 150 Theile mit 63 Theilen geſchlemmten und fein zerſtoßenen Sand von Fontainebleau vermiſcht, damit die Beſtandtheile in dem vorhin angegebenen Verhältniſſe ſtanden. Er goß 200 Theile Waſſer darüber, und ließ die Maſſe 20 Tage lang ſtehen, wobey ſie täglich einmal umgerührt wurde. Darauf knetete er ſie täglich unter einander, damit ſie ſich durchaus gleichförmig miſchte, ließ ſie ſo weit trocknen, bis von den 200 Theilen Waſſer 170 verloren waren, und formte ſie dann in cylindriſchen Formen aus verzinntem Bleche zu kleinen Stäben von 15 Millimetres Durchmeſſer und Höhe. In dieſen Formen wurden ſie 2 Stunden lang durch ein Gewicht von 2 Kilogrammen zuſammengepreßt, dann herausgenommen, und in einer Ofenhitze von 40° Raum. 24 Stunden lang getrocknet. Alsdann adjuſtirte er ſie nach Wedgwood's Art, ſo daß ſie genau an dem Nullpunkte ſeiner Skale zwiſchen die Lineale hineinpaßten.

Zwey

Zwey ſeiner ſo bereiteten Pyrometerkörper, die bis auf ein Centigramm einerley Gewicht mit den engliſchen hatten, wurden zugleich mit zwey Wedgwood'ſchen in einem verſchloſſenen Tiegel 1½ Stunde lang einer ſehr ſtarken Hitze ausgeſetzt. Die beyden Wedgwood'ſchen gaben dieſe Hitze eines zu 158, das andere zu 160° an; ſeine beyden, eines zu 159, das andere zu 160°; eine außerordentliche Uebereinſtimmung, da er häufig zwiſchen verſchiedenen Wedgwood'ſchen Cylindern Unterſchiede von 4, 6, ja 9° gefunden hat. In dieſer Hitze, welche hinreicht, Eiſen in Gußſtahl zu verwandeln, und der die beſten heſſiſchen Tiegel nicht widerſtehen, zeigten ſeine Pyrometerkörper auch keine Spur von Verglaſung.

Die Thonerde unterſcheidet ſich von allen Körpern dadurch, daß ſie durch die Wärme nicht ausgedehnt, ſondern enger zuſammengezogen wird. Die Urſache hievon hat man bisher nicht ergründen können, bis Fourcroy aus einer Beobachtung ſchloß, daß ſie als der Anfang einer Schmelzung zu betrachten ſey, welche Vermuthung ſich in der Folge durch mehrere Verſuche beſtätigt hat. Eine große Menge mit Wedgwood's Pyrometer angeſtellter Verſuche haben aber gezeigt, daß die Zuſammenziehungen ſelten den eigentlichen Grad der Hitze angegeben haben; denn einige von den Thoncylindern waren in der Mitte, und andere an den Enden mehr zuſammengezogen, und ſo gab alſo das Inſtrument die Reſultate nur von ungefähr an.

Herr Cavallo hat ein Werkzeug angegeben, welches ſolche Zuſammenziehungen auf ähnliche Art zu meſſen verſtattet, und welches einen merklichen Vorzug vor dem Wedgwood'ſchen hat, nicht ſo plump

und

und ſehr tragbar iſt. Ueberdieß kann die Theilung mit Cavallo's Werkzeuge viel weiter getrieben werden, als mit dem Wedgwoodſchen.

Cavallo's Werkzeug beſteht aus zwey meſſingenen Scheiben und zwey Linealen, die ſich in einander verſchieben laſſen. Die eine Seite dieſer Lineale iſt in 30 Theile des engliſchen Zolls eingetheilt, und die andere dient als Nonius zu kleinern Abtheilungen.

Ein ſehr genaues Pyrometer hat beſonders der verſtorbene Ramsden *) erfunden, deſſen Einrichtung in folgendem beſteht. Der Metallſtab, deſſen Ausdehnung gemeſſen werden ſoll, und welcher gerade 5 Fuß Länge beſitzen mag, wird in eine kupferne Wanne gelegt, die ein wenig länger iſt, als 5 Fuß. Dieſe Wanne wird über 12 mit Spiritus angefüllte Lampen geſtellt, deren Flammen Hitze genug geben, um das in der Wanne befindliche Waſſer völlig bis zum Siedpunkt und folglich auch den in daſſelbe gelegten Stab zu erhitzen. In einiger Entfernung von der kupfernen Wanne, aber parallel mit ihr, werden zwey andere hölzerne ebenfalls mit Waſſer angefüllte Wannen geſtellt. Jede derſelben enthält einen prismatiſchen Stab von gegoſſenem Eiſen. An den beyden Enden des einen dieſer Stäbe ſind in horizontaler Richtung und ſenkrecht auf die Stäbe zwey Mikroſkope befeſtigt. Das eine dieſer Mikroſkope iſt mit einem Mikrometer verſehen, um das vergrößerte Bild eines Gegenſtandes zu meſſen. Das andere Mikroſkop hat ein bloßes Zeichen. Die Theile der Mikroſkope, ſo wie

*) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXXV.

wie die zur Beſtimmung des Grads der Ausdehnung angebrachten Theilungsſtriche oder Zeichen, ſind an den Enden der gegoſſenen eiſernen Stäbe ſowohl als auch an den Enden des zu unterſuchenden Stabes ſo von einander getrennt und vertheilt, daß, wenn einer dieſer Stäbe verlängert oder verkürzt wird, dieſe Veränderung deutlich durch die Mikroſkope bemerkt, und vermittelſt des Mikrometers gemeſſen werden kann. Es iſt daher leicht zu begreifen, daß dann, wenn die Temperatur der gegoſſenen prismatiſchen eiſernen Stäbe unverändert erhalten wird, während die Temperatur des Stabes, der unterſucht werden ſoll, erhöhet wird, die Längenvermehrung, welche das Mikrometer angibt, dieſem Stabe allein zukomme. Auf dieſe Art wurden die Ausdehnungen von ſieben Subſtanzen gemeſſen. Die folgende Tabelle zeigt in Theilen eines Zolls, wie ſehr 1 Fuß Länge von dieſen Subſtanzen durch eine Wärme von 180° zwiſchen dem Gefrier- und Siedpunkte ausgedehnt wird.

	Fahrenh. Skale von 32° bis 212°
Normalmeſſingſkale, von Hamburgiſchem Meſſing - - -	0,0222646
Engliſches Plattenmeſſing, in Form eines Stabes - - -	0,0227136
Dergleichen in Form eines Trogs	0,0227386
Ein Stahlſtab - - -	0,0137368
Ein gegoſſenes eiſernes Prisma -	0,0133126
Eine Glasröhre - - -	0,0093138
Ein maſſiver Glasſtab - -	0,0096944

Was die fühlbare Wärmematerie betrifft, ſo ſind die Geſetze, welchen ſie unter verſchiedenen Umſtänden unterworfen iſt, in dieſem Zeitraume ungemein

gemein entwickelt worden. Herr Scheele[b]) wollte bemerkt haben, daß ſich die Wärme eigentlich auf zweyerley Art fortpflanzt, einmal durch eine allmählige langſame Mittheilung an das umgebende Mittel, und zweytens auch, wenn ſie in Menge vorhanden iſt, durch eine Verbreitung vermöge ihrer Ausdehnungskraft, welche ſie in geraden Strahlen fortführt, ohne daß ſie ſich mit der Luft verbinden und von ihr aufgenommen werden kann, bis ſie endlich in einer Entfernung dennoch in der Luft gleichſam zerfließt. Dieſe letzte Art der Fortpflanzung des Wärmeſtoffs nannte Scheele die Umherſtrahlung, und unterſchied ſie von der Mittheilung ſelbſt.

Daß der freye Wärmeſtoff auf Hohlſpiegeln zurückgeworfen, und im Brennraume deſſelben geſammelt werden könne, hat in dieſem Zeitraume Herr Pictet zu Genf durch neuere Verſuche beſtätigt. Er ſtellte zwey metallene Hohlſpiegel gegen einander über, und in den Brennpunkt des einen ein ſehr empfindliches Luftthermometer; in den Brennpunkt des andern brachte er eine heiße, doch nicht leuchtende Kanonenkugel; ſogleich ſtieg das Thermometer ſchnell. Nachher hat er noch mehrere Verſuche dieſer Art angeſtellt, welche er in der Bibliotheque britannique bekannt gemacht hat. Statt der Kanonenkugel ſtellte er ein brennendes Licht in den Brennpunkt des zweyten Spiegels; ſogleich ſtieg das Thermometer wieder. Als aber eine Glasplatte zwiſchen einem der Spiegel und deſſen Brennpunkte gebracht wurde, hörte das Steigen des Thermometers im Augenblicke

b) Von Luft und Feuer. S. 57.

blicke auf, ungeachtet das Glas ſehr dünn, hell und durchſichtig war, und nur wenig Licht zurück hielt.

Um zu erfahren, ob ſich die Geſchwindigkeit meſſen laſſe, mit der die ſtrahlende Wärme ſich fortpflanzt, entfernte Pictet beyde Spiegel um 25 Mètres (77 Fuß) von einander, hing in dem Brennpunkte des einen eine heiße, doch nicht leuchtende Kugel auf, und ſtellte vor ſie einen Schirm. In demſelben Augenblicke, in welchem der Schirm fortgerückt wurde, fing auch die Flüſſigkeit im Luftthermometer, die zuvor ruhig ſtand, zu ſteigen an, und es war unmöglich, irgend eine Zwiſchenzeit zwiſchen dem Wegnehmen des Schirms und der Wirkung der fortgepflanzten Wärme wahrzunehmen.

Sonderbar ſchien es ihm zu ſeyn, daß ſeine Spiegel, welche er zum Verſuche der Zurückſtrahlung der freyen Wärme gebrauchte, auch die Kälte reflektirten, welche er im Brennpunkte durch Eis und Scheidewaſſer hervorbrachte. Herr Prevoſt erklärt dieſes Phänomen aus dem Wechſel der ein- und ausſtrömenden Wärmetheilchen. Wenn nämlich die beyden in den Brennpunkten befindlichen Körper gleiche Temperatur beſitzen, ſo wird der Einfluß bey jedem genau den Ausfluß compenſiren, oder der Wechſel der aus- und einſtrömenden Wärmetheilchen wird gleich bleiben, mithin das Gleichgewicht zwiſchen beyden nicht geſtört werden. Man verſtärke aber die Wärme des einen, z. B. um $\frac{1}{10}$ des Ganzen, ſo wird der zweyte Körper mit ihm vortheilhafte Wechſel machen; für 10 Theilchen, welche er ihm durch Zurückſtrahlen zuſchickt, wird er auf eben dem Wege 11 erhalten, ſeine Wärme wird alſo vermehrt werden. Man entziehe hingegen dem erſtern Körper $\frac{1}{10}$ ſeiner Wärme, ſo

macht

macht der zweyte mit ihm nachtheilige Wechſel, und erhält für 10 Theile, die er jenem zuſendet, nur 9 Theile zurück; er wird alſo erkaltet, und es hat den Anſchein, als ſey die Kälte des erſten Körpers durch Reflexion der Hohlſpiegel in den zweyten übergegangen.

Ueberdieß zeigt Herr Prevoſt noch, daß man dieſe Erſcheinung der ſcheinbar reflektirten Kälte auf keine andere Art, als auf dieſe erklären könne. Nehme man die Vorſtellungen von Spannungen der Wärme, und vom Gleichgewichte unbewegter elaſtiſcher Wärmematerien ſo an, wie es Herr Hofrath Mayer in ſeiner Schrift: über die Geſetze und Modifikationen des Wärmeſtoffs, thut, ſo ſehe man gar nicht ein, was die Wärme aus dem Thermometer im Brennpunkte des einen Spiegels herauslocke, und wodurch ſie genöthigt werde, gerade den Weg zu nehmen, welcher ſie erſt in den andern Spiegel und von da in das Eis in dem Brennpunkte deſſelben führt, da ſie kürzer auf geradem Wege zum Eiſe kommen könne, ohne einen von beyden Spiegeln zu berühren. Ja da die Kälte des Eiſes gleichſam einen Schlund eröffnet, in welchen ſich die Wärme aus allen benachbarten Körpern zu ſtürzen ſtrebt, und dieſe Urſache nach dem verkehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernungen wirkt, ſo müßte nach der Theorie der Spannungen und des Gleichgewichts unbewegter Maſſen das Thermometer weit mehr erkältet werden, als ſein Spiegel, oder ſeine Wärme müßte in einer geringern Spannung ſeyn, als die Wärme des Spiegels, theils, weil ſie dem Eiſe ſelbſt näher als dieſer ſteht, theils, weil ſie auch dem andern Spiegel näher iſt, und daher von der Erkältung, die dieſer verur-

ſacht, mehr afficirt wird. Es könnte daher keine Wärme aus dem Thermometer an den Spiegel treten, oder, wenn dieß ja erfolgte, um die daſelbſt entwichene zu erſetzen, ſo könnte ſie nicht in den andern Spiegel reflektirt, ſondern müßte von dem erſtern verſchluckt werden. Herr Prevoſt meynt, daß wenn man ſich weigern wolle, die Wärmematerie als eine discrete Flüſſigkeit anzunehmen, deren Theile in ſteter ſtrahlender Bewegung ſind, man ſchwerlich eine genugthuende Erklärung dieſer ſchönen Erſcheinung der zurückſtrahlenden Kälte geben könne. — Nach atomiſtiſchen Principien hat dieß freylich ſeine Richtigkeit, aber nicht nach dynamiſchen, wie weiter unten erhellen wird. —

Pictet ſieht dieß als eine Beſtätigung ſeiner Meynung an, daß Licht und Wärme nicht auf einerley Urſache beruhe.

Herr Herſchel[c]) hat noch mehrere Verſuche dieſer Art angeſtellt, und gefunden, daß ſowohl ſichtbare als unſichtbare Sonnenwärme und terreſtriſche Wärme den Geſetzen der Reflexion unterworfen ſind.

Er brachte das mit Nro. 3. bezeichnete Thermometer an die Okularröhre eines zehnfüßigen Newtonſchen Teleſkops, aus welcher das Augenglas herausgenommen worden war. Als der Brennpunkt des Spiegels, nach genauer Richtung des Teleſkops, auf des Thermometers Kugel fiel, ſtieg es von 52° auf 110 Grad; ſo daß alſo die von der Sonne kommenden Strahlen eine dreyfache reguläre Reflexion erlitten; die

c) Unterſuchungen über die Natur der Sonnenſtrahlen. A. d. Engl. überſetzt von Harding. Erſtes Heft. Celle 1801. 8. S. 69. u. f.

die eine nämlich an dem Hohlſpiegel, und die zwey andern an zwey ebenen Spiegeln.

Hierauf ſtellte er in einer Entfernung von 29 Zoll von einer brennenden Kerze, einen kleinen Stahlſpiegel von $3\frac{4}{10}$ Zoll Durchmeſſer und ohngefähr $2\frac{3}{4}$ Zoll Brennweite. In des Spiegels Brennpunkt ſetzte er das mit Nro. 2. bezeichnete Thermometer, und das mit Nro. 3. bezeichnete dicht neben demſelben, jedoch ſo, daß es nicht von den reflektirten Strahlen getroffen werden konnte. Den Spiegel bedeckte er ſo lange, bis beyde Thermometer einen fixen Standpunkt erreicht hatten, und verfuhr nachher auf dieſe Art:

	Nro. 2. Im Brennpunkt.			Nro. 3. Als Vergleichungsmaaß.
0 Minut.	54	-	-	54
1 -	55	-	-	54
2 -	56	-	-	54
3 -	57	-	-	54
4 -	$57\frac{1}{4}$	-	-	54
5 -	$57\frac{1}{4}$	-	-	54

Hierauf bedeckte er den Spiegel, und ließ den geſammten übrigen Apparat unberührt.

0 Minut.	$57\frac{1}{4}$	-	-	54
1 -	$55\frac{1}{4}$	-	-	54
$1\frac{1}{2}$ -	55	-	-	54
6 -	54	-	-	54

Nun nahm er die Bedeckung wieder hinweg, und der Erfolg war gerade wie vorhin.

Ferner brachte er den kleinen Stahlſpiegel in das durchs Prisma dargeſtellte Farbenbild, und in deſſen Brennpunkt ein Thermometer. Der Spiegel

war mit einem Stück Pappe bedeckt, welches durch eine beſondere Oeffnung ſämmtliche ſichtbare Farbenſtrahlen auf des Spiegels polirte Fläche fallen ließ, und alle übrige Wärmeſtrahlen abhielt, die ſich ſowohl von der violetten als auch von der rothen Seite außerhalb des Strahlenbildes etwa befinden möchten. Nachdem der Apparat ſo geſtellt war, daß das Thermometer in den rothen Strahlen zu ſtehen kam, bedeckte er den Spiegel ſo lange, bis es einen feſten Stand von 58 Grad angenommen hatte. Als der Spiegel wieder aufgedeckt ward, erhielt er

	Nro. 2.
0 Minut.	58
2 -	93

Hierauf bedeckte er den Spiegel wieder, und nun fiel das Thermometer in den directen rothen Strahlen wieder auf 58 Grad herab.

Nun ſtellte er den kleinen Stahlſpiegel 12 Zoll weit von einem ſenkrecht ſtehenden Kaminſtabe, deſſen glühendes Ende aufwärts, und ſo geſtellt war, daß die Strahlen von ſeiner Spitze auf den Spiegel fallen mußten. Das Thermometer Nro. 2. ſtand in des Spiegels Brennpunkt, und war mit einem kleinen Schirm von Pappe bedeckt, damit die Hitze des Kaminſtabes nicht unmittelbar auf die Kugel fallen konnte

	Nro. 2.
0 Minut.	$54\frac{1}{2}$
$2\frac{1}{2}$ -	93
nun ward der Spiegel bedeckt	
5 -	65

Hier-

Hierauf ſetzte er einen kleinen Planſpiegel auf einen Fuß, ſo daß er gegen das Kaminfeuer und mit den Gitterſtangen des Kamins in ſeinem Zimmer einen Winkel von 45 Grad machte. Das Thermometer Nro. 1. ſtand $5\frac{1}{2}$ Zoll von des Spiegels reflektirenden Fläche, und neben demſelben das Thermometer Nro. 4., jedoch ſo, daß es nicht von den reflektirten Strahlen getroffen werden konnte. Der ganze Apparat war mittelſt eines $1\frac{1}{2}$ Zoll dicken Eichenbrets, von vorne gegen die Einwirkung des Feuers geſchützt; damit aber das Feuer auf den Fangſpiegel ſcheinen konnte, war ihm gegenüber eine kreisförmige Oeffnung, von $1\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer, in dem Brete geſchnitten. Zwiſchen den Thermometern und dem Spiegel befand ſich ein hölzernes Bret mit einer Oeffnung, wodurch die reflektirten Strahlen vom Spiegel auf das Thermometer Nro. 1. fallen konnten, indem Nro. 4. dagegen geſichert war. Die Reſultate waren dieſe:

	Nro. 1.	Nro. 4.
0 Minut.	60	60
1 -	62	60
2 -	64	60
3 -	66	60
4 -	66	60
5 -	67	$60\frac{1}{2}$

Der beym folgenden Verſuche gebrauchte Apparat ward ganz ungeändert gelaſſen, und an die Stelle des Fangſpiegels ein Prisma geſetzt, deſſen einer Winkel 90°, die beyden andern aber jeder 45° hielten. Die eine Seitenfläche dieſes Prisma war gegen das Feuer, die andere aber gegen das Thermometer gekehrt, ſo daß folglich die Hypothenuſe mit den Roſt-

ſtangen des Kamins einen Winkel von 45° machten. Nachdem der Apparat eine Zeitlang abgekühlt worden war, ſetzte er ihn gegen das Feuer, und erhielt dann folgendes Reſultat:

	Nro. 1.		Nro. 4.
0 Minut.	62½	-	62½
1 -	63	-	62¾
2 -	64	-	63
4 -	64½	-	63
5 -	65	-	63¼
8 -	65¾	-	63½
10 -	66½	-	63¾
11 -	67	-	64¼

Auf ein Bret, etwa 4 Fuß 6 Zoll lang, ſetzte er an dem einen Ende einen kleinen Planſpiegel, und an dem andern zwey Thermometer. Nro. 1. ſtand von dem Planſpiegel 3 Fuß 9¾ Zoll entfernt, Nro. 2. aber zur Seite deſſelben in dem nämlichen Abſtande, aber ſo, daß es von den durch den Spiegel reflektirten Strahlen nicht getroffen werden konnte. Die prismatiſchen Farben wurden auf einem Stück Papier aufgefangen, auf welchem mehrere ½ Zoll von einander abſtehende Parallellinien gezogen waren. Auf dieſes Papier ward der Spiegel ſo geſetzt, daß ſeine polirte Fläche unter einem Winkel von 45° gegen die einfallenden farbigen Strahlen gerichtet war, und dieſe mithin nach des Thermometers Nro. 1. Kugel reflektirt wurden. Bey dieſer Einrichtung ließ ſich der ganze Apparat in eine jede beliebige Entfernung von den Farbenſtrahlen bringen, indem man nur auf die letzten erkennbaren rothen Strahlen achten durfte. Nachdem die Thermometer genau die Temperatur ihrer Stelle angenommen hatte, während der Spiegel

be-

bedeckt blieb, ward der Apparat ſo weit aus den Strahlen herausgezogen, daß der nunmehr wieder entblößte Spiegel bloß die außerhalb der rothen Farbenſtrahlen liegenden unſichtbaren Wärmeſtrahlen auffangen konnte. Der Erfolg hievon war dieſer

	Nro 1.		Nro. 2.
0 Minut.	56	-	56
- -	57	-	56
- -	59	-	56
7 -	60	-	56
10 -	60	-	56

Durch dieſe und andere ähnliche Verſuche bewies Herr Herſchel, daß die ſtrahlende, ſowohl ſichtbare als unſichtbare Wärme wirklich den Geſetzen der Zurückwerfung unterworfen ſey. Ja er zeigte auch ſelbſt durch einige Verſuche, daß die unſichtbaren Wärmeſtrahlen einer Verdichtung eben ſo gut, wie das Licht, fähig ſind.

Ob aber die freye Wärme, wie das Licht, in den Brenngläſern gebrochen werde, das war bisher noch nicht entſchieden. Man hatte verſchiedene Verſuche mit einer Brennlinſe gemacht, aber beſtändig gefunden, daß damit durch Kohlenfeuer zwar Licht, aber keine Wärme in dem Brennraume hervorgebracht werde. Herr Gren war der Meynung, es ſey ſo viel gewiß, daß das Glas im Stande ſey, den freyen Wärmeſtoff beym Lichte, durch ſeine Anziehung dazu, zum Theil abzuſondern. Endlich aber hat Herr Herſchel durch ſeine Verſuche erwieſen, daß die freye Wärmematerie ebenfalls, wie das Licht, den Geſetzen der Brechung unterworfen ſey. Um zuerſt zu zeigen, daß die unſichtbaren Wärmeſtrahlen der

Sonne in einer Glaslinſe gebrochen werden, nahm er ein Dollond'ſches Brennglas, bedeckte es zur Hälfte mit Pappe, und ließ das prismatiſche Farbenbild auf die Bedeckung fallen. Die letzten ſichtbaren rothen Farbenſtrahlen brachte er $\frac{1}{10}$ Zoll vom Rande der Pappe, und ließ die außerhalb des Farbenbildes befindlichen unſichtbaren Strahlen auf das Glas fallen. In dem Brennpunkte der rothen Strahlen, oder ein wenig außerhalb deſſelben, ſtand die Thermometerkugel Nro. 1., und ſo nahe bey ihr, als nöthig war, die kleine Kugel von Nro. 2. Daß die unſichtbaren Wärmeſtrahlen, welche die Wärme verurſachen, durch die Brechung genau in den Brennpunkt gebracht wurden, ergab ſich aus folgendem Thermometerſtande:

	Nro. 1.		Nro. 2.
0 Minut.	57°	-	57°
1 -	102	-	57

Dieſe Strahlen gaben alſo dem Thermometer im Brennpunkte in 1 Minute 45° Wärme, während Nro. 2. gar keine Aenderung erlitt.

Hiebey war es merkwürdig, daß, ungeachtet er die rothen Strahlen des Farbenbildes auf $\frac{1}{10}$ Zoll von dem Rande des Pappendeckels entfernt hielt, dennoch immer ein wenig von der rothen Farbe auf des Thermometers Kugel ſichtbar war. Dieſer Umſtand führte auf die Vermuthung, daß die unſichtbaren Sonnenſtrahlen vielleicht durch eine gehörige Verdichtung ſichtbar gemacht werden könnten. In dieſer Rückſicht ſtellte er noch folgenden Verſuch an. Er zog nämlich das Brennglas ſo weit zurück, daß die äußerſten rothen Strahlen $\frac{1}{5}$ Zoll von der Ecke der

halb-

halbkreisförmigen pappenen Bedeckung des Glaſes entfernt waren. Hiebey verhielt ſich das Thermometer auf folgende Art:

	Nro. 1.		Nro. 3.
0 Minut.	57°	-	57°
1 -	78	-	57

Hier war auch nicht die geringſte Farbe oder Spur von Licht auf die Thermometerkugel zu ſehen, und gleichwohl erhielt ſie in 1 Minute 21° Wärme von Strahlen, welche weder vorher ſichtbar waren, noch nach ihrer Verdichtung dem Auge dargeſtellt werden konnten.

Um endlich auch zu unterſuchen, ob die unſichtbare Wärme des Küchenfeuers in einer Glaslinſe gebrochen werde, nahm er die Vorausſetzung an, daß das wechſelſeitige Steigen und Fallen eines in den Brennpunkt einer Glaslinſe geſtellten Thermometers, deſſen Kugel abwechſelnd ihren Wirkungen ausgeſetzt, oder gegen ſie gedeckt wird, von der Brechung des Glaſes bewirkt werde, und nicht bloß dem wechſelſeitigen Durchfallen und Auffallen der Strahlen zugeſchrieben werden könne. Dieſer Vorausſetzung gemäß verfuhr er alſo: Die Glaslinſe von 1,4 Zoll Brennweite und 1,1 Zoll Breite ſetzte er 2,8 Zoll weit von der Grundfläche eines heißen eiſernen Cylinders, und in ihren Brennpunkt das Thermometer Nro. 2. Durch einen kleinen Pappſchirm deckte er daſſelbe gegen des Cylinders Wärme, und ließ abwechſelnd durch Fortrückung des Schirms die condenſirten Wärmeſtrahlen auf ſeine Kugel fallen

Nro.

Nro. 2.

bedeckt	0 Minut.		55°	ſtark roth glühend
offen	2	-	$63\frac{1}{2}$	roth glühend
bedeckt	4	-	58	noch roth glühend
offen	6	-	$60\frac{1}{2}$	noch roth
bedeckt	8	-	$57\frac{1}{2}$	etwas roth
offen	10	-	$59\frac{1}{4}$	zweifelhaft
bedeckt	12	-	$57\frac{1}{2}$	nicht ſichtbar im dunkeln Zimmer
offen	14	-	$58\frac{1}{4}$	
bedeckt	16	-	$57\frac{1}{4}$	
offen	18	-	$58\frac{1}{4}$	
bedeckt	20	-	$57\frac{1}{4}$	
offen	22	-	58	
bedeckt	24	-	$57\frac{1}{2}$	
offen	26	-	58	
bedeckt	28	-	$57\frac{1}{2}$	

Dieſe Verſuche zeigten alſo deutlich die Brechbarkeit der Wärme in der Glaslinſe; denn es fand hier ein regelmäßig abwechſelndes Steigen und Fallen des Thermometers von der roth glühenden Wärme des Cylinders an bis zu dem niedrigſten Grade derſelben herab, wo er vollkommen ſchwarz erſchien, ſtatt, wobey die Wirkung der verdichteten Strahlen nur einen halben Grad mehr betrug, als der durch die vom Glaſe aufgehaltenen Strahlen bewirkte Verluſt.

Um noch einen beſtätigenden Beweis außer der gleichförmigen und unterbrochenen Wirkung der Glaslinſe in dem vorigen Verſuche zu haben, wiederholte er denſelben noch einmal, und nahm dabey ein Thermometer Nro. 3. zu Hülfe. Zuerſt ſtellte er daſſelbe $\frac{3}{4}$ Zoll von Nro. 2., und etwas näher nach der Glaslinſe hin, jedoch ſo, daß es weder von dem convergirenden

renden Strahlenkegel getroffen, noch von dem kleinen Pappſchirm zwiſchen beyden Thermometern bedeckt werden konnte.

		Nro. 2. im Focus	Nro. 3. Zur Seite deſſelben immer offen
bedeckt	0 Minut.	$62\frac{1}{2}$°	63
offen	1 -	$63\frac{3}{4}$	64
bedeckt	2 -	$62\frac{7}{8}$	64
offen	3 -	64	$64\frac{1}{2}$
bedeckt	4 -	$63\frac{3}{4}$	$64\frac{1}{2}$
offen	5 -	$64\frac{7}{8}$	$64\frac{1}{2}$
bedeckt	6 -	$64\frac{1}{2}$	$64\frac{1}{2}$
offen	7 -	$64\frac{3}{4}$	64
bedeckt	8 -	$64\frac{1}{2}$	64

Hier empfing das Thermometer Nro. 3., außerhalb der Grenze der Refraktion, nach und nach ſeine größte Wärme durch eine ununterbrochene Einwirkung des glühenden Cylinders, und fing nachher an zu fallen; Nro. 2. hingegen erreichte ſein Maximum nach abwechſelndem ſchnellen Steigen und geringen Fallen, und verlor nachher ſeine Wärme wieder nach ſtarkem Fallen und geringem Steigen. Nach Verlauf von 8 Minuten veränderte er den Ort des Hülfsthermometers, und ſetzte es ſeitwärts bey dem im Brennpunkte befindlichen Nro. 2. ſo hin, daß es zugleich mit dieſem abwechſelnd von dem Schirme bedeckt werden, und doch auch zugleich einen Theil von den unſichtbaren Wärmeſtrahlen erhalten konnte, welche ſich in dem Brennpunkte des Glaſes vereinigen mußten. In dieſer Lage mußte nun das Hülfsthermometer, wenn die Schlüſſe richtig ſeyn ſollten, ebenfalls abwechſelnd ſteigen und fallen, jedoch nicht ſo beträchtlich, als das in des Glaſes Brennpunkt befindliche Thermometer.

Nro.

		Nro. 2. im Focus	Nro. 3. Zur Seite deſſelben
beyde offen	8 Minut.	$64\frac{1}{2}$	64
beyde bedeckt	$9\frac{1}{2}$ -	$63\frac{3}{4}$	$63\frac{3}{4}$
offen	11 -	$64\frac{1}{2}$	64
bedeckt	$12\frac{1}{2}$ -	63	$63\frac{1}{4}$
offen	14 -	$63\frac{1}{4}$	$63\frac{1}{2}$
bedeckt	16 -	$62\frac{3}{4}$	63
offen	18 -	$63\frac{3}{4}$	$63\frac{3}{4}$

Die Veränderungen des Thermometers Nro. 2. waren alſo $-\frac{3}{4}+\frac{1}{2}-1\frac{1}{4}+\frac{3}{4}-1+$; die von Nro. 3. aber waren $-\frac{1}{4}+\frac{1}{4}-\frac{3}{4}+\frac{1}{4}-\frac{1}{2}+\frac{3}{4}$.

Hieraus war nun die Wirkung der Refraktion des Brennglaſes ſo klar erwieſen, daß wir mit völliger Gewißheit behaupten dürfen, es gibt Strahlen, welche vom heißen Eiſen ausfließen und bey einer gänzlichen Unſichtbarkeit dennoch die Kraft beſitzen, Wärme zu verurſachen, und zugleich gewiſſe Geſetze der Refraktion befolgen, welche denen ſehr ähnlich ſind, wodurch das Licht afficirt wird.

Herr Herſchel hat aber an John Leslie einen ſtrengen und bittern Gegner gefunden, und es ſchien, als ob Herſchel's vorgebliche Entdeckung dadurch ungemein zweifelhaft gemacht würde. Nachdem ſich nämlich Herr Leslie in Fifeſhire mit einigen Beobachtungen mittelſt ſeines Photometers beſchäftigte, wurde ihm Herſchel's Abhandlung bekannt, und er prüfte ſogleich die vorgeblichen Facta mittelſt eines Photometers, welches er dicht neben das Farbenſpektrum ſtellte. Allein ungeachtet es bis dicht an die Grenze der farbigen Strahlen gerückt wurde, zeigte ſich doch weder über, noch unter, noch neben dem Farbenſpektrum die mindeſte Wirkung, obgleich

gleich dieſes Inſtrument die beſten Thermometer an Empfindlichkeit und Regelmäßigkeit weit übertrifft. Wie zu erwarten war, äußerte ſich hier eben ſo wenig eine Wirkung auf die feinſten Thermometer von verſchiedener Conſtruction, mit geſchwärzten oder durchſichtigen Kugeln, die bis auf Zehntelgrade eingetheilt waren. Hiebey zeigte aber ſich ein Umſtand, der, überſehen, zu ſehr großen Irrthümern führen kann. Läßt man das Farbenſpektrum auf das Geſtell fallen, ſo wird das Inſtrument, dieſer Stelle genähert, merklich afficirt, welches theils dem reflektirten Lichte, theils, und zwar vorzüglich, der Einwirkung der Wärme auf die Luft über der erleuchteten Fläche zuzuſchreiben iſt. Die Temperatur einer unvollkommen leitenden Ebene, z. B. Holz oder Pappe, muß durch dieſen Zufluß von Licht ungefähr 4 mal mehr, als die einer geſchwärzten Thermometerkugel, erhöhet werden, da dieſe nur ſo viel Licht als ein größter Kreis der Kugel erhält, während die ganze viermal größere Oberfläche der Kugel von der kühlenden Luft berührt wird. Doch haben hierauf noch andere Umſtände Einfluß. So wird in jedem Falle, wo das Inſtrument nicht völlig iſolirt, und von allen feſten Körpern, welche Licht zurückhalten, entfernt iſt, der Verſuch geſtört, ſo daß es unter ſolchen Umſtänden, beſonders in einem kleinen Zimmer, kaum ein mal möglich iſt, eine gleichförmige Temperatur zu behalten.

Dieſes, meint Leslie, könne uns zum Schlüſſel zu Herſchel's Mißgriffen dienen. Das erſte, was einigen Argwohn erwecke, ſeyen die großen Veränderungen ſeiner Thermometer unter dem prismatiſchen Farbenbilde, welche der des vollen Sonnenſtrahls kaum nachſtehen. Um die prismatiſchen Far-

ben hinlänglich geſchieden zu erhalten, müſſe der Sonnenſtrahl wenigſtens zu einer zehnmal größern Breite aus einander gebrochen werden, und es laſſe ſich nicht denken, daß ſo ſehr verdünnte Strahlen eine ſo beträchtliche Wirkung hervorbringen ſollten. In der That wurden auch nach Herſchel kleinere Thermometer minder afficirt. War die Wirkung lediglich einem Zufluſſe von Licht zuzuſchreiben, ſo konnte offenbar die Größe der Thermometerkugel keinen Einfluß darauf haben, da in eben dem Verhältniſſe, worin die kleinern Thermometerkugeln den Strahlen eine kleinere Fläche darbieten, ſie auch mit der kühlenden Luft deſto weniger in Berührung ſind. Schon die langſame Progreſſion in der Erwärmung vom Violet zum Roth, welche Herſchel fand, verglichen mit der in ſeinen Verſuchen, ſcheint die Mitwirkung eines äußern Einfluſſes darzuthun. Ueberdieß empfange eine geſchwärzte Thermometerkugel die volle Wirkung meiſt ſchon in 1 bis 2 Minuten; Herſchel's Thermometer ſchienen ſie aber erſt in 10 bis 13 Minuten angenommen zu haben, welches gar ſehr auf die Einmiſchung anderer Materien deutet, bey denen eine längere Abſorption und größere Anhäufung von Wärme, als in einer Queckſilberkugel, ſtatt finden. In der That glaube er, daß den Tiſchgen, worauf die Thermometer geſetzt wurden, die Stöhrung in den Herſchelſchen Verſuchen vorzüglich zuzuſchreiben ſey. Sie erhielten zwar nur einen Theil des Lichts, mußten aber dadurch viermal ſtärker, als eine Thermometerkugel, erwärmt werden, und ſie theilten ihre Wärme der darüber liegenden Luftſchicht mit.

Dieſelben Bemerkungen leiteten uns auf den Urſprung des Irrthums, auf welchem die paradoxe

Vor-

Vorſtellung von nicht-ſichtlichem, brechbarem Lichte beruhe. Kaum ließe ſich eine Art, Verſuche anzuſtellen, erdenken, die mehreren Einwendungen ausgeſetzt wäre, als die, welche Herſchel befolgt habe. Er befeſtigte das Prisma mit dem brechenden Winkel aufwärts, um das Farbenbild auf ein mit weißem Papier überzogenes Tiſchgen herab zu werfen, und ſetzte das Thermometer ein wenig außerhalb der Grenze des rothen Lichts dicht über das Tiſchgen. Kein Wunder, daß in dieſer Lage die Thermometerkugel merklich afficirt wurde, da ſie in einer erwärmten Atmoſphäre ſich befand, die ſich auf eine gewiſſe Weite über den erleuchteten Raum hinaus erſtreckt, ferner eine beträchtliche Menge der farbigen Strahlen auf ſie vom Papiere zurückgeworfen werden mußte, und endlich die Kugel ſich gerade in der über dem Tiſche erwärmten aufſteigenden Luft befand. Sehr möglich, daß dieſe vereinte Wirkung größer ausfiel, als wenn man die Kugel geradezu den rothen Strahlen ausſetzte, indem ſie dann die Strahlen auffing, welche an dem darunter befindlichen Holze die erhöhte Wärme angehäuft hatten. Aber warum ſetze Herſchel das Maximum des nicht ſichtbaren Lichts auf $\frac{1}{2}$ Zoll jenſeits der Grenze des Roths? Bewege ſich auch dieſes Licht nach geraden Linien? Divergire es unter einem gewiſſen Winkel? oder habe es verſchiedene Grade von Brechbarkeit? Alle dieſe Fragen müßten beantwortet werden. Und was habe endlich eine nicht ſichtbare Materie mit der eigenthümlichen Struktur der Oberflächen, welche Schwarz oder Weiß begründe, zu thun?

Sollte dieſe Kritik noch Zweifel übrig laſſen, ſo würde das ganze Gebäude durch folgende einzige Thatſache vollends über den Haufen geworfen. Geſetzt,

es habe mit ſolchen nicht ſichtbaren Wärmeſtrahlen ſeine Richtigkeit, ſo würde der größte Effekt eines Brennglaſes nicht im Fokus deſſelben, ſondern eine merkliche Weite darüber hinaus ſtatt haben, und das Loch, welches es in ſchwarzes Tuch einbrennt, würde ſich nicht auf das ſichtbare Sonnenlicht einſchränken, ſondern rings umher darüber hinausgehen, und mehr als den doppelten Durchmeſſer haben.

Die Hypotheſe von nicht ſichtbarem Lichte, ſagt Leslie, ſey übrigens nichts Neues, Scheele's ſtrahlende Wärme und Pictet's ſtrahlende Kälte leiteten darauf, und der verſtorbene D. Hutton trug ſie vor. Die Thatſachen, auf welche man ſie gründete, laſſen ſich indeß aus den bekannten Lehren genügend erklären; ſie beſteht nicht mit einer genauen Phyſik; und nicht-ſichtbarem Lichte eine Brechbarkeit zuzuſchreiben, überſchreitet alle Grenzen der Wahrſcheinlichkeit. Jene Hypotheſe war bis auf einen gewiſſen Grad plauſibel und anlockend. Die kleine Verbeſſerung, dem nicht-ſichtbaren Lichte auch eine gewiſſe Brechbarkeit beyzulegen, löſte den Zauber, indem ſie dadurch ungereimt wurde. Iſt nicht das Auge ſelbſt ein zuſammengeſetztes Prisma? und iſt nicht der optiſche Nerve in ſeiner Verbreitung ſo eingerichtet, mittelſt der durchſichtigen Feuchtigkeiten und Häute Eindrücke zu erhalten, und die ihnen entſprechenden Senſationen zu erzeugen? Dieſes ſind aber lediglich Senſationen von Licht. Die Empfindungen von Wärme ſind keiner Nervenklaſſe ausſchließlich eigen. Daher iſt Brechbarkeit correlativ mit Sehen, und nicht-ſichtbares brechbares Licht ſcheint eine contradictio in adiecto zu ſeyn.

Nach

Nach Herrn Leslie iſt folgender einfache Umſtand gegen die Anhänger der ſtrahlenden Wärme ſchon entſcheidend genug. Es ſey nämlich bekannt, daß Lichtſtrahlen, welche durch ein gleichförmiges Medium hindurchgehen, durch die heftigſten Bewegungen dieſes Mittels nicht im mindeſten in ihrem geradlinichten Gange geſtört würden. Ganz anders verhalte es ſich mit der ſogenannten ſtrahlenden Wärme. Die Verſuche, auf welchen ſie beruhe, gelängen bloß in einer zugemachten Stube und in ſehr mäßigen Entfernungen von der Wärmequelle. Offenbar müſſe alſo die Wärmematerie ſich mittelſt eines ſo ſchwachen Stoßes rings umher verbreiten, daß ſie in ihrem Durchgange durch die Luft gehemmt werde, und durch zufällige Bewegung derſelben in Unordnung gerathe. Verbreitete ſich die angebliche ſtrahlende Wärme mit einer Geſchwindigkeit, welche mit der des Lichts, oder nur der Kanonenkugel, irgend vergleichbar wäre, ſo würde ſie auch in freyer Luft ihren Gang genau beybehalten, und auch in ihr ſich mittelſt Hohlſpiegel bis auf beliebige Weiten concentriren laſſen. Da dieſes nicht der Fall ſey, ſo könne die wärmende Materie, worin ſie auch beſtehe, ihrer Natur nach ſchwerlich viel feiner, und in ihrer Verbreitung ſchwerlich viel ſchneller ſeyn, als die atmoſphäriſche Luft.

Was den angeführten Verſuch betreffe, durch welchen Herr Herſchel die Brechung der unſichtbaren Sonnenſtrahlen beweiſen wolle, ſo zeige ſchon der Umſtand, daß die Thermometerkugel in einem röthlichen Teint erſchien, welche Sorgfalt und Genauigkeit auf dieſen Verſuch verwendet worden ſey. Indeß, bemerkt Leslie, ſey hierdurch nur des Experimentators Liebe zum Wunderbaren entflammt worden, wel-

cher nun im Ernſte gemeint habe, unſichtbare Strahlen möchten wohl durch Condenſiren oder Zuſammenhäufen ſichtbar werden, ungefähr wie ein träumender Platoniker oder Viſionär unſerer Tage die neue und wichtige Entdeckung angekündigt habe, durch Addition von Nichts entſtehe Etwas. Als aber der Verſuch mit etwas mehr Sorgfalt wiederholt worden, ſey das Thermometer im Brennpunkte kaum halb ſo viel, als zuvor, geſtiegen. Hier frägt nun Leslie, wie hatte der Experimentator ſich dann verſichert, daß Pappe alles darauf fallende Licht auffange? Billig hätte man doch da, wo der Verſuch dienen ſoll, eine Meinung darzuthun, die unſern Begriffen ſo ſehr entgegen ſey, alle mögliche Vorſicht brauchen, und alle Umſtände auf das ſorgfältigſte prüfen müſſen. Herſchel verlaſſe ſich dagegen getroſt darauf, Pappe ſey ein vollkommenes Diaphragma; und hieraus möge man die Verſuche, womit er ſeine Verſuche angeſtellt, beurtheilen. — Gewöhnliches Schreibepapier laſſe, ſeinen Verſuchen zu Folge, die Hälfte des ganzen darauf fallenden Lichtkegels hindurch. Geſetzt Herſchel's Pappe habe bloß ein Sechstel der darauf fallenden Lichtſtrahlen hindurch gelaſſen, ſo haben dieſe zu dem bemerkten Erfolge hingereicht.

Derjenige Verſuch endlich, welcher die Brechung der nicht ſichtbaren Wärme eines heißen Eiſens darthun ſolle, beweiſe gar nichts. Die Wärme deſſelben verbreitete ſich, indem es ſich abkühlte, durch die benachbarten Körper, und brachte ſo das Thermometer um 1 oder 2° zum Steigen. Daß die Kugel, ſo oft ein kleiner Schirm vorgeſetzt wurde, in ihrer Temperatur ſinken mußte, ließ ſich ohne großen Scharfſinn vorher ſehen, und bedurfte nicht erſt eines Verſuchs.

In

In denjenigen Verſuchen, wo ein zweytes Thermometer neben dieſem hinter der Linſe ſtand, ſtimmten beyde in ihren Veränderungen, ſo oft der Schirm vor die Linſe gebracht und wieder fortgenommen wurde, ziemlich überein. Ein Unterſchied von etwa $\frac{1}{4}$ Grad im Stande beyder ſey doch wahrſcheinlich zu klein geweſen, um daraus etwas mit Sicherheit zu ſchließen. Mit welchem Vertrauen habe indeß Herſchel ſeine übereilte Schlußfolge nicht aufgeſtellt: "alles dieß beſtätige die Brechung der Wärme mittelſt der Linſe ſo unläugbar, daß man offenbar annehmen müſſe, daß vom Eiſen gänzlich unſichtbare Strahlen ausgehen, die mit dem Vermögen zu wärmen begabt, und beſtimmten Geſetzen der Brechung unterworfen ſind, welche mit denen des Lichts ſehr nahe zuſammenſtimmen". Es ſey fürwahr zu bewundern, wie man, einmal von einer Lieblingsidee eingenommen, ſie bey jedem Schritte vor Augen habe, und ſich martre, jeden noch ſo kleinen Schein in einen Beweisgrund dafür umzuwandeln [d]).

Gegen Herrn Leslie hat indeſſen Herr Englefield [e]) Verſuche angeſtellt, welche Herrn Herſchel's Behauptungen ungemein günſtig zu ſeyn ſcheinen. Er ließ ſich nämlich einen von den Herſchelſchen ganz verſchiedenen Apparat vorrichten, von welchem unmöglich die mindeſte Wärme auf die Thermometer reflektirt werden konnte. Zwar wurde vom Fußboden Wärme reflektirt, dieſe konnte aber auf die Reſultate

d) *Nicholſon's* journal of natural philoſophy. Vol. IV. p. 344. 416.

e) Journal of the Royal inſtitution 1802. p. 202.

ſultate der Verſuche keinen ſchädlichen Einfluß haben, weil ſie unverändert blieb, was auch für farbige Strahlen auf die Thermometerkugeln geworfen wurden.

Das Farbenſpektrum im Prisma wurde auf eine ſehr gute Glaslinſe von 4 Zoll Oeffnung und ungefähr 12 Zoll Brennweite geworfen. Dieſe Linſe ließ ſich mittelſt ihres hölzernen Fußgeſtelles in jede Lage und Höhe ſtellen: und da dieſes Geſtell nicht ſtärker war, als eben erfordert wurde, um die Linſe zu halten, ſo kann ſich ſchwerlich in irgend einem Theile deſſelben Wärme angehäuft haben. Die ganze Linſe ſammt ihrem Geſtelle wurde mit jenem dicken weißen Pappſchirme bedeckt, in welchem eine 3 Zoll lange und $\frac{1}{2}$ Zoll weite Ritze ſo eingeſchnitten war, daß ſie gerade über den Mittelpunkt der Linie wegging. Sie ließ nur einzelne Farben des Spektrums auf die Linſe fallen, indeß der Schirm alle übrigen abhielt. Das Bild im Brennpunkte der Linſe wurde von einer kleinen Wand auf einer geglätteten Karte aufgefangen, die längs eines leichten 2 Fuß langen hölzernen Arms, welcher vom untern Theile des Geſtells der Linſe ausging, verſchiebbar war. Dieß war nöthig, um die Stelle für das Thermometer mit Gewißheit auszumitteln. War der Brennpunkt genau beſtimmt, ſo wurde die kleine Wand etwa um den Durchmeſſer der Thermometerkugel zurückgeſchoben, und nun das Thermometer mit der Hand in den Fokus gehalten. Dieſes ließ ſich ſehr leicht und zuverläſſig bewerkſtelligen, da weiter nichts nöthig war, als nach der Karte zu ſehen, und die Thermometerkugel mitten in das leuchtende Bild zu halten. Weil die Wand aus Karte leicht und polirt war, ſo konnte ſich an ihr keine Wärme anſam-

anſammeln; und geſetzt auch, es hätte ſich in ihr Wärme angehäuft, ſo wäre das ohne Nachtheil für den Verſuch geblieben, denn da dieſe Wärme lediglich von den farbigen Strahlen, mit denen der Verſuch angeſtellt wurde, herrühren konnte, ſo würde dadurch nur die Wirkung derſelben auf das Thermometer verſtärkt worden ſeyn.

Die Thermometer, welche hiebey gebraucht wurden, waren ſehr empfindliche Queckſilberthermometer, deren Skalen innerlich graduirte Röhren aus Elſenbein waren, welche die Thermometerröhre umfaßten. Die Kugeln ſtanden mit keinem Geſtelle in Verbindung, und wahrſcheinlich erlitten ſie daher von keiner falſchen Wärme irgend einen Einfluß. Sie waren zum größten Theile mit ſorgfältig darauf gebrachtem Tuſch geſchwärzt; einige wurden jedoch unüberzogen gebraucht, und Eine wurde mit weißer Waſſerfarbe bemalt.

Die Linſe mit ihrem Apparat wurde ungefähr 3 Fuß vom Prisma geſtellt. Die Sonne ſtand während der meiſten Verſuche ziemlich hoch.

Bey einem Verſuche ſtieg das Thermometer mit geſchwärzter Kugel, welches ſich im Brennpunkte der Linſe befand, wie folgt:

Im Blau binnen	3 Min.	v. 55°	bis 56°	od. um 1° F.
- Grün -	3 -	- 54	- 58	- - 4° -
- Gelb -	3 -	- 56	- 62	- - 6° -
vollen Roth -	2½ -	- 56	- 72	- -16° -
In den Grenzen des Roth binnen	2½ -	- 58	- 73½	- - 15½° -
Ganz außerhalb des ſichtbaren Lichts binnen	2½ -	- 58	- 79	- - 18° -

Drey Thermometer wurden ſo lange in den Sonnenſchein geſtellt, bis ſie nicht mehr ſtiegen. Das Thermometer mit der unbekleideten Kugel ſtand auf $58\frac{1}{2}°$, das mit der weiß gefärbten Kugel ebenfalls auf $58\frac{1}{2}°$, das mit der geſchwärzten Kugel auf 60°. Als hierauf der Apparat wie zuvor eingerichtet war, ſtieg in 3 Minuten

das Thermometer mit geſchwärzter Kugel
im vollen Roth von 58° bis 61°, alſo um 3° Fahr.
im vollen Dunkeln - 59° - 64° - - 5° -

Das Thermometer mit weiß gefärbter Kugel
im vollen Roth von 55° bis 58°, alſo um 3° Fahr.
im vollen Dunkeln - 58° - $58\frac{1}{2}$, - - $\frac{1}{2}°$ -

Auf Davy's Vorſchlag, welcher bey dieſen Verſuchen gegenwärtig war, wurden auch Verſuche über die Kraft angeſtellt, mit welcher die verſchiedenen farbigen Strahlen Canton's Lichtmagneten zum Leuchten bringen. Man fand, ohne daß dabey ein Irrthum möglich blieb, daß die blauen Strahlen dieſe Kraft in weit höherm Grade als die rothen beſitzen.

Kurze Zeit vor Davy hatte ſchon Herr Ritter [f]) über die chemiſche Einwirkung des Sonnenlichts Verſuche angeſtellt. Er hatte gefunden, daß auch außerhalb dem Violet des Farbenbildes unſichtbare Strahlen anzutreffen ſind; dieß bewies ihm nämlich die beträchtlich ſtärkere Reduktion des ſalzigſauren Silbers außerhalb dem Violet, als ſelbſt in demſelben, welches er hernach auch durch die Reduktion anderer leicht desoxydirbaren Körper an derſelben Stelle beſtätigt wahrgenommen hat.

Zu-

f) Gilbert's Annalen.

Zugleich fand Herr Ritter, daß dieſe chemiſch wirkenden Strahlen von den farbigen durchaus verſchieden ſeyn müſſen. Denn es war z. B. leicht, die unſichtbaren reducirenden Strahlen außer dem Violet des Bildes eines Prisma in das Roth des Bildes eines zweyten fallen zu laſſen, wobey das Roth nicht im mindeſten geändert wurde, wohl aber die Oxydation in ihm nicht allein aufgehoben, ſondern in eine ziemlich ſtarke Reduktion übergebracht wurde; welches zugleich zeigte, daß die reducirenden Strahlen im ungefärbten Sonnenlichte, dem ſogenannten Weiß, in weit größerer Menge oder Stärke zugegen ſeyn müſſen, als die oxydirenden.

Die Erfahrung, daß einige Körper die Wärme länger behalten, als andere, war ſchon längſt bekannt, und man war immer der Meinung, daß dichtere Körper die Wärme ſtärker und beſſer leiteten, als die mehr lockern, weil ſie an der Berührungsſtelle mehr Maſſe enthielten, und der Wärmematerie mehr Berührungspunkte zur Mittheilung darböten. In den neuern Zeiten hat man aber auf dieſen ſehr wichtigen Gegenſtand mehrere Aufmerkſamkeit gerichtet, und dabey den Ausdruck wärmeleitende Kraft eingeführt.

Richmann [g]) beſchreibt einige Verſuche über die ſtarke Leitungskraft des Queckſilbers, und im 4ten Bande der Petersburg. Commentar. macht er ſein Verfahren bekannt, die Erkältungsfähigkeit feſter Körper

g) De argento vivo calorem celerius recipiente et celerius perdente, quam multa fluida leviora, experimenta et cogitationes. In Nov. comment. Petrop. Tom. III. 1754. p. 309.

Körper zu unterſuchen. Er ließ nähmlich metallene Kugeln von gleicher geometriſcher Größe mit cylindriſchen Hölungen verfertigen, füllte die Hölungen mit einerley flüſſigen Materie an, und ſtellte die Kugel eines Thermometers hinein. Die metallenen Kugeln wurden nun bis auf einen gewiſſen Grad erhitzt, und hierauf in freyer Luft aufgehängt und abgekühlt. Auf dieſe Art fand Richmann, daß das Bley die Wärme am ſchnellſten annahm und verlor, und daß hierauf der Ordnung nach Zinn, Eiſen, Kupfer, Meſſing folgten.

Franklin h) und Achard i) wollten bemerkt haben, daß die beſten Leiter der Elektricität auch die beſten Wärmeleiter ſind. Metalle erhitzen und erkälten ſich am ſchnellſten, die Holzarten langſamer, Glas und Harze am ſpäteſten. Büffon wollte auch wahrgenommen haben, daß Flüſſigkeiten überhaupt die Wärme beſſer leiten, als feſte Körper; allein neuere Erfahrungen ſcheinen mehr das Gegentheil erwieſen zu haben.

Nachher ſtellte Ingenhouß k) über die Leitungen der Wärme der Metalle mit einer ſehr einfachen von Franklin ihm mitgetheilten Vorrichtung verſchiedene Verſuche an. Er überzog Drathe von verſchiede-

h) *Rozier* journal de phyſ. 1773. p. 276. im Ausz. in Crells chem. Annalen. 1784. St. 4. S. 61.

i) Mémoir. de l'Acad. de Berlin 1779. im Gothaiſchen Magazin. B. II. St. 2 S. 39 u. f.

k) Von dem Unterſchiede der Geſchwindigkeit, mit welcher die Hitze durch verſchiedene Metalle geht; in Ingenhouß vermiſchten Schriften überſ. von Molitor. Wien 1784. B. II. S. 343 f.

ſchiedenen Metallen mit einer dünnen Wachslage, ſenkte ſie alsdann alle zuſammen in heißes Oehl, und bemerkte, wie ſchnell an jedem Drathe die Hitze, die zu Abſchmelzung des Wachſes nöthig war, ſich fortpflanzte. Hiernach fand er, daß das Silber unter allen Metallen der beſte, und das Bley der ſchlechteſte Wärmeleiter ſey. Ueberhaupt war die Ordnung folgende: Silber, Kupfer, Gold, Zinn, Eiſen, Stahl, Bley. In der Folge hat er die Verſuche fortgeſetzt [1]), und die Platina, welche doch eins der dichteſten Metalle iſt, wider Vermuthen als einen ſehr ſchlechten Wärmeleiter befunden. Nach dieſen neuen Verſuchen glaubt er dem Silber, Gold, Kupfer und Zinn mit Gewißheit die vier erſten Stellen einräumen zu können, indem dieſen offenbar Stahl, Eiſen und Bley ſehr weit nachſtünden.

Die meiſten und intereſſanteſten Verſuche dieſer Art hat Herr Thompſon (Graf von Rumford) angeſtellt, und überhaupt dieſen Gegenſtand am meiſten unterſucht. Zuerſt ſetzt er den Begriff von wärmeleitender Kraft feſt, und verſteht darunter das Vermögen der Körper, bey übrigens gleichen Umſtänden die Abkühlung eines darin eingeſchloſſenen erhitzten Körpers ſchneller oder langſamer zuzulaſſen. Derjenige Körper, welcher die Abkühlung ſchneller zuläßt, iſt ein beſſerer Leiter der Wärme, als derjenige, welche ſie langſamer oder in längerer Zeit zuläßt. Im gemeinen Leben pflegt man ſchlechte Leiter der Wärme warmhaltende Körper zu nennen.

Nach des Grafen älteſten Verſuchen iſt die wärmeleitende Kraft dieſe:

beym

1) *Rozier* journal de phyſique Tom. XXXIV. 1789. p.68. in Grens Journal der Phyſ. B.I. S. 154 f.

beym Queckſilber	1000
bey feuchter Luft	330
Waſſer	300
trockener Luft	80
im luftleeren Raum	55

Herr Pictet [m]) ſtellte mehrere Verſuche über den Durchgang der Wärme durch verſchiedene elaſtiſche Flüſſigkeiten und durch den luftleeren Raum an. Seine Vorrichtung dazu beſteht aus einem frey hangenden Thermometer, einem Elektrometer, Sauſſüre'ſchen Haarhygrometer, und einem Elaſticitätszeiger, oder einem abgekürzten Heberbarometer, welche vier Inſtrumente zuſammen an einem gemeinſchaftlichen Geſtelle in einem großen gläſernen Ballon eingeſchloſſen wurden, welcher entweder luftleer gemacht, oder mit der verlangten elaſtiſchen Flüſſigkeit angefüllt werden kann. In dieſem Ballon wird die Thermometerkugel mittelſt einer brennenden Kerze erwärmt, deren ausfließende Wärme von Hohlſpiegeln auf die Kugel reflektirt wird, welches nach Pictet ein Mittel iſt, das Thermometer nach Belieben zu erwärmen, ohne dem durchſichtigen Mittel, worin ſich daſſelbe befindet, eine merkliche Wärme mitzutheilen. Vorher unterſuchte er mit großer Sorgfalt die Wirkung der brennenden Kerzen auf die Erwärmung des Thermometers, ſowohl mit geſchwärzter, als mit reiner Kugel, den Widerſtand, welchen die Glaswände des Ballons dem Durchgange der Wärme entgegenſetzen (wobey er fand, daß dieſe Wärme etwa $\frac{2}{3}$ bis $\frac{5}{6}$ des zuſtrömenden wärmenden Ausfluſſes hinwegnehmen), und den mittleren

m) Verſuche über das Feuer. Aus dem Franzöſiſch. 8. Cap. 4. 5. 6.

leren Grad der Erwärmung, den die Luft im Ballon durch den zur Erwärmung des Thermometers gebrauchten Apparat erhielt. Seine Verſuche ſelbſt ergaben, daß ſich in dem trockenen leeren Raume das Thermometer langſamer erwärmte, dagegen aber ſchneller erkaltete, als in dem feuchten leeren Raume, oder wenn der Ballon mit Waſſerdampf gefüllt war. Das erſtere ſchreibt er dem ſchlechtern Brennen der Kerzen bey dieſem Verſuche zu; das zweyte erklärt er durch die Kraft, womit die Waſſerdämpfe die mit ihnen verbundene Wärmematerie zurückhalten, wodurch die Störung des Gleichgewichts zwiſchen der Wärme im Thermometer und in dem umgebenden Mittel geringer, und die Erkaltung des Thermometers langſamer werden muß. Nach Thompſon's Verſuchen ſollte zwar die feuchte Luft die Wärme beſſer, als die trockene, leiten; allein Pictet bemerkt, es ſey bey ſeinem Verfahren das Waſſer, womit er die innern Wände des Apparats befeuchtete, beym Eintauchen in kochendes Waſſer in Dampf verwandelt worden, und habe dann ſeine gebundene oder Ausdünſtungswärme an der Kugel des Thermometers wieder abgeſetzt; ſo oft dagegen der Grad der Wärme um ein Beträchtliches unter der Siedhitze geweſen ſey, träfen Thompſon's Verſuche allemal mit den ſeinigen überein, und bewieſen gleichfalls, daß die feuchte Luft ein ſchlechterer Leiter der Wärme, als die trockene, ſey. Die übrigen Verſuche Pictet's, welche die mit Dampf des Vitrioläthers und die mit elektriſcher Materie angefüllte Leere betreffen, ſind in Anſehung ihrer Reſultate noch ſehr ungewiß.

Herr Hofrath Mayer hat ſich bemüht, die Theorie der wärmeleitenden Kraft in einigen Abhandlungen

lungen [n]) auf feſte Geſetze zu bringen. Er legt hiebey zum Grunde, daß man Körper von gleicher Figur und gleicher Größe auf einerley Temperatur erwärme, und ſie alsdann in demſelben umgebenden Mittel um gleich viele Grade wieder erkalten laſſe. Nehme man nun an, in einem Mittel von 4° Temperatur erkalten zwey Körper von 80° in der zur Einheit angenommenen Zeit (z. B. in 4 Minuten) der eine bis auf 70, und der andere bis auf 60°, ſo benennt er die Ausdrücke $\frac{70-4}{80-4} = 0{,}8684$, und $\frac{60-4}{80-4} = 0{,}7368$ ihre Erkältungsexponenten, weil nach Newton und Lambert die Erkältung in gleichen auf einander folgenden Zeiträumen nach einer geometriſchen Progreſſion erfolgt, deren Exponent für den erſten Körper $= 0{,}8684$, und für den zweyten $= 0{,}7368$ iſt. Setze man nun die gemeinſchaftliche Temperatur zweyer Körper M und N = Y, die des umgebenden Mittels = Z. Nach der verfloſſenen Zeit von φ Minuten ſey des Körpers M Temperatur = y, und des umgebenden Mittels = z; nach ψ Minuten des Körpers N Temperatur ebenfalls = y, und auch die Temperatur des umgebenden Mittels = z; ſo hat man für den erſten Körper (den Erkältungsexponenten $= \frac{1}{e}$ geſetzt) $y - z = (Y - Z)\left(\frac{1}{e}\right)^{\varphi}$; und für den zweyten (den Erkältungsexponenten $\frac{1}{\varepsilon}$ genommen) $y - z = (Y - Z)\left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^{\psi}$, folglich (1

n) Ueber die Geſetze und Modifikationen des Wärmeſtoffs. Erlangen 1791. 8. S. 288 f. Ueber das wärmeleitende Vermögen der Körper; in Grens Journ. der Phyſik. B. III. S. 19 f. Ueber das Geſetz, welches die Leitungskräfte der Körper für die Wärme befolgen. Ebendaſ. B. IV. S. 22 f.

$$\left(\frac{1}{e}\right)^{\varphi} = \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^{\psi}, \text{ und}$$

$$\log. \frac{1}{e} : \log. \frac{1}{\varepsilon} = \psi : \varphi \text{ d. h.}$$

die Logarithmen der Erkältungsexponenten ſind in dem verkehrten Verhältniſſe der Zeiten, in welchem gedachte Körper in einer gemeinſchaftlichen Temperatur Y bis zu einer andern gemeinſchaftlichen y erkalten, und zwar in einerley umgebendem Mittel. Wenn alſo, wie hier vorausgeſetzt wird, die beyden Körper M und N von gleicher Figur und gleicher Größe ſind, ſo wird derjenige Körper ein doppelt ſo guter Leiter für die Wärme ſeyn, welcher zum Beyſpiel um von einer gewiſſen Temperatur Y zu einer andern y herabzukommen, halb ſo viel Zeit braucht, als der andere, d. h. die Leitungskräfte zweyer Körper verhalten ſich verkehrt wie die Zeiten, die ſie brauchen, einerley Aenderung einer gemeinſchaftlichen Temperatur in einerley Mittel zu erfahren. Da nun auch die Logarithmen der Erkältungsexponenten ſich verkehrt wie die Zeiten verhalten, ſo werden die Leitungskräfte zweyer Körper auch in dem ordentlichen Verhältniſſe der Logarithmen ihrer Erkältungsexponenten ſtehen.

Hiebey wird nun als Bedingung angenommen, daß das umgebende Mittel die ihm mitgetheilte Wärme nicht aufhalte und auf die erkaltenden Körper wieder zurückwirke, imgleichen, daß die Aenderung der Temperatur des Mittels gegen die Veränderung der Temperatur der erkaltenden Körper in jedem Zeitmomente ſo gering als möglich ſey. Nach Herrn Mayer erfüllt die Luft dieſe Bedingung am beſten; daher es am ſchicklichſten iſt, dergleichen Körper bey den Verſuchen an der Luft abkühlen zu laſſen, und dabey den Un-

Unterſchied der Temperatur der Körper und der Luft nicht zu groß zu nehmen, damit ein allzuſchnelles Erkalten nicht Ungleichheiten und Abweichungen von den Geſetzen der geometriſchen Progreſſion veranlaſſe. Unter dieſen Vorausſetzungen beweißt nun Herr Mayer folgendes allgemeine Geſetz: die Leitungskräfte zweyer Subſtanzen (von gleicher Größe und gleicher Figur) verhalten ſich verkehrt wie die Produkte aus ihren Maſſen (oder eigenthümlichen Gewichten) in ihre ſpecifiſchen Wärmen oder, (weil das Produkt der ſpecifiſchen Wärme in das ſpecifiſche Gewicht die relative Wärme ausdrückt) die Leitungskräfte verhalten ſich verkehrt, wie die relativen Wärmen. Hierauf zeigt nun Herr Mayer, daß ſowohl Richmanns Verſuche über die Metalle, als auch ſeine eigenen über Waſſer, Queckſilber, Leinöl und Eſſig mit dieſem aus theoretiſchen Unterſuchungen gefolgerten Geſetze ſehr gut zuſammenſtimmen. Für die Leitungskraft der Wärme = 10 geſetzt, fand er die des Queckſilbers 20, des Leinöls 18, des Eſſigs 10, des Eiſens 23 u. ſ. f. Herr von Humbold hat nach dieſem Geſetze eine Tabelle für die Leitungskräfte mehrerer Körper zu berechnen geſucht.

Nach Herrn Mayer kommen die Widerſprüche zwiſchen Richmann's und Ingenhouß's angeführten Reſultaten bloß von den irrigen Schlüſſen her, welche letzterer aus ſeinen Verſuchen zieht. Man muß vielmehr behaupten, daß dasjenige Metall gerade der beſte Leiter für die Wärme ſey, welchem bey dieſer Methode die geringſte Höhe des abgeſchmolzenen Wachſes zugehöre. Denn dieſe Höhe muß allemal deſto geringer ſeyn, je ſchneller der Drath die empfangene Hitze wieder an das kältere Mittel, womit er um-

umgeben iſt, abgibt, d. h. je ein beſſerer Leiter er iſt. Demnach folgt aus des D. Ingenhouß Verſuchen eben ſowohl, als aus den Richmannſchen, daß das Bley unter allen Metallen die Wärme am beſten leite.

Der Herr Graf von Rumford o) bediente ſich bey neuern Verſuchen über die wärmeleitende Kraft der Körper folgender Methode. Er hieng ein empfindliches Thermometer mit hinreichend breiter Skale in einem Glaskolben mit einer Kugel ſo auf, daß die Kugel des Thermometers in der Mitte der Kugel dieſes Gefäßes ſtand; hierauf füllte er den Zwiſchenraum mit derjenigen Subſtanz, deren wärmeleitende Kraft er beſtimmen wollte, zu gleicher Höhe aus, erhitzte den ganzen Apparat in kochendem Waſſer bis zu einerley Temperatur, kühlte ihn hiernächſt in einer kaltmachenden Miſchung aus Eis und Waſſer von hinreichender Maſſe wieder ab, und bemerkte nach einer Sekundenuhr genau die Zeit, welche verfließt, ehe das Thermometer von 70 Grad bis 10 Grad herabſinkt. Der Graf gibt dieſem Apparate den Nahmen des Paſſage-Thermometers, weil er bloß beſtimmt iſt, den Durchgang der Wärme durch die Körper zu meſſen. Die Leitungskraft der Subſtanz für die Wärme ſteht im verkehrten Verhältniſſe der gefundenen Zeit der Abkühlung; ſo wie das warmhaltende Vermögen im geraden Verhältniſſe eben dieſer Zeit.

Vorzüglich betreffen des Grafen Verſuche die relativen Leitungskräfte derjenigen Subſtanzen für die Wärme, welche zu Kleidungsſtücken gebraucht werden, und

o) Experim. upon Heat in Philoſ. Tranſact. Vol. LXXXII. for the year 1792. P. II. p. 48. in Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 245 f.

und ihrer Vergleichung der Leitungskraft mit der Luft. War die Thermometerkugel bloß mit Luft umgeben, ſo waren zum Abkühlen von 70 bis 10 Grad des Thermometers 576 Sekunden Zeit nöthig; die Erwärmung der Luft aber erfolgt ſchneller, indem ſie nur 473 Sekunden Zeit gebraucht, um im kochenden Waſſer von 10 bis 70 Grad wieder zu ſteigen. Bey verſchiedenen andern Subſtanzen waren die Zeiten der Abkühlung folgende:

Rohe Seide	1248	Sek.	Feines Leinen	1032	Sek.
Schaafwolle	1118	-	Biberhaare	1296	-
Baumwolle	1046	-	Haaſenhaare	1315	-
			Eiderdaunen	1305	-

Hierbey kam es aber auch zugleich mit auf die Menge und Dichtigkeit der Subſtanzen an; ward z. B. die Thermometerkugel mit 32 Gran Eiderdunen ſtatt 16 Gran umringt, ſo war die Zeit der Abkühlung 1472, und bey 64 Gran 1615 Sekunden. Außerdem hat der Graf noch eine Menge Verſuche über dasjenige angeſtellt, was hierbey auf Struktur der Subſtanzen und die in ihren Zwiſchenräumchen befindliche Luft ankommt. Die letztere hat wegen ihres Anhängens an den Haaren einen großen Einfluß auf die Verſtärkung des Warmhaltens.

Ueberdieß glaubte der Graf durch entſcheidende Verſuche gefunden zu haben, daß ſowohl die kalte als heiße Luft, und heißer Dampf, ſo wie heiße Miſchungen von Luft und Dampf, der ſich von brennenden Brennmaterialien erhebt, und ſogar die Flamme ſelbſt, Nichtleiter der Wärme ſind.

Nachher hat auch der Graf durch eine große Reihe von unterhaltenden Verſuchen zu zeigen geſucht, daß

daß ſelbſt das Waſſer, und wahrſcheinlich alle liquide Körper und Flüſſigkeiten aller Art, wahre Nichtleiter der Wärme wären p). Dieß heißt nach ihm ſo viel, obgleich die Theile jedes Fluidums individuell von andern Körpern Wärme annehmen, oder ihnen mittheilen können, ſo ſey doch unter dieſen Theilen ſelbſt aller Wechſel und alle Mittheilung der Wärme ſchlechterdings unmöglich. Die Veranlaſſung zu dieſer Behauptung gaben ihm folgende Erſcheinungen: er hatte oft bemerkt, daß gewiſſe Speiſen, beſonders geſchmorte Aepfel mit Mandeln untermengt außerordentlich lange heiß bleiben; beſonders bemerkte er aber im Jahre 1794, als er ſich in Neapel aufhielt, und am Seeſtrande nahe bey den heißen Bädern von Baxa ſtand, wo der Dampf aus jeder Spalte im Felſen und ſogar aus dem Boden drang, daß das herausquellende Waſſer kalt, der Sand hingegen unterm Waſſer ſo heiß war, daß er die Hand augenblicklich zurückziehen mußte. Hier bezweifelte er zum erſtenmale die wärmeleitende Kraft des Waſſers, und beſchloß, Verſuche darüber anzuſtellen. Allein die Ausführung ſeines Vorſatzes blieb doch noch über ein Jahr verſchoben, bis ihn eine neue ganz unerwartete Erſcheinung wieder darauf leitete. Er hatte nämlich oft Gelegenheit gehabt, Thermometer von ungewöhnlichen Breiten der Grade zu gebrauchen, die mit verſchiedenen liquiden Stoffen gefüllt waren; unter dieſen hatte er ein Weingeiſtthermometer in eine ſo ſtarke Hitze, als es ertragen konnte, geſtellt. Um es nun abzu-

p) Experimental eſſays, political, oeconomical and philoſophical. eſſay VII. Lond. 1797. 8. in Grens neuem Journal der Phyſik. B. IV. S. 418 f.

abzukühlen, brachte er es in ein Fenſter, wohin gerade die Sonne ſchien. Als er nun auf die ganze bloße Röhre hinſah, ſo bemerkte er, daß die liquide Maſſe in der Röhre in einer ſehr ſchnellen Bewegung war, nach entgegengeſetzten Richtungen, zu gleicher Zeit hinauf und herunter. Die kupferne Kugel am Thermometer war zwey ganzer Jahre leer geweſen, und die Stäubchen, welche ſich darin geſammelt hatten, waren mit dem Weingeiſt vermengt, ſo daß ihre Bewegung eine ungemein heftige Bewegung des Weingeiſtes anzeigte. Als er dieſe Bewegung mit einem Linſenglaſe betrachtete, ſo fand er, daß der aufſteigende Strohm außer der Axe und längs der obern Wand der Röhre herabging, indeß der herabſteigende die ganze untere Seite der Röhre einnahm. Als die Erkältung des Weingeiſtes durch Benetzung der Röhre mit Eiswaſſer beſchleunigt wurde, ſo wurde auch die Geſchwindigkeit des auf- und niederſteigenden Strahls merklich beſchleunigt. Die Geſchwindigkeit beyder Ströhme nahm allmählig ab, ſo wie das Thermometer ſich erkältete; und als es etwa die Temperatur der Stubenluft hatte, ſo hörte die Bewegung gänzlich auf.

Dieſen Verſuch wiederholte er mit einem ähnlichen Thermometer von denſelben Dimenſionen, mit Leinöl gefüllt, und beobachtete unter denſelben Umſtänden die nämlichen Erſcheinungen. Nun glaubte der Graf überzeugt zu ſeyn, daß die Bewegung in dieſen Liquidis durch diejenigen ihrer Theile veranlaßt werde, die individuell und nach einander ihre Wärme an die Seitenwand der Röhre, wie die Luft ihre Wärme an andere Körper, abſetzen. Als er über dieſen Gegenſtand aufmerkſam nachdachte, ſo ſchien es ihm

ihm, daß, wenn die Liquida in der That Nichtleiter der Wärme wären, oder wenn die Wärme nur zu Folge der innern Bewegung ihrer Theilchen ſich darin fortpflanze, alles, was die Bewegung zu hindern ſtrebe, auch die Operation ſelbſt verzögern, und die Fortpflanzung der Wärme langſamer und ſchwieriger machen müſſe. Um nun hier auf Gewißheit zu kommen, richtete er ſich folgenden dem vorigen ähnlichen Apparat vor. Vorzüglich war ihm darum zu thun, zu wiſſen, ob die Fortpflanzung der Wärme durch Waſſer gehemmt werde oder nicht, wenn man die immer durch Wechſel der Temperatur verurſachte Bewegung der Theile des Waſſers hindere und erſchwere. Zu dem Ende ließ er eine gewiſſe Quantität Wärme durch eine beſtimmte Quantität reines Waſſer, das in einem gewiſſen Raum eingeſchloſſen war, hindurch gehen, und bemerkte die zu dieſer Operation verfloſſene Zeit; er wiederholte den Verſuch mit dem nämlichen Apparate, nur mit dem Unterſchiede, daß jetzt das Waſſer, durch welches die Wärme gehen ſollte, mit einer geringen Menge von irgend einer zarten Subſtanz, z. B. Eiderdaunen, vermengt war, die, ohne ſeine chemiſchen Eigenſchaften zu ändern, oder ſeine Flüſſigkeit zu mindern, nur dazu diente, die Bewegung der Theile des Waſſers beym Transport der Wärme zu hemmen, oder zu erſchweren; in dem Falle, daß die Wärme wirklich auf ſolche Art transportirt oder fortgeführt, und nicht frey durch die Liquida treten könne. Der Körper, welcher die Wärme aufnahm, und zugleich dazu diente, die Menge der mitgetheilten Wärme zu meſſen, war ein großes cylindriſches Thermometer. Der Behälter iſt von dünnem Kupferblech, cylindriſch, aber an beiden Seiten halbkugelförmig. Sein Durchmeſſer beträgt 1,84 Zoll, die

Länge 4,99, der Inhalt 13,2099 Cubikzoll, die äußere Oberfläche 28,834 Quadratzoll. Die Dicke des Blechs beträgt 0,03 Zoll; er wiegt leer 1846 Gran, und faßt bey der Temperatur von 55° Fahrenh. 3344 Gran Waſſer. Dieſer Behälter hat eine Glasröhre 24 Zoll lang und 0,4 Zoll im Durchmeſſer, die durch einen Kork in eine cylindriſche Röhre von Kupfer, die 1 Zoll lang und 0,56 im Durchmeſſer iſt, und noch zu dem metalliſchen Behälter gehört, befeſtigt iſt. Dieſes mit Leinöl gefüllte und mit graduirter Skale verſehene Thermometer wurde in der Axe eines hohlen aus dünnem Meſſingbleche verfertigten, 11½ Zoll langen und 2,3535 Zoll weiten Cylinders befeſtigt. Dieſer Cylinder iſt an dem einen Ende offen, an dem andern mit einem halbkugelförmigen, nach außen convexen Boden geſchloſſen. Er wiegt 2261 Grän, und das Blech hat 0,0128 Zoll Dicke. Der Behälter des Thermometers wurde in den untern Theil dieſer meſſingenen cylindriſchen Röhre geſtellt. Um ihn in der Mitte derſelben zu erhalten, wurde er von drey hölzernen Pflöckchen, die ¼ Zoll Länge und etwa 0,1 Zoll im Durchmeſſer hatten, und die in eben ſo viel Röhrchen von Meſſingblech befeſtigt waren, gehalten.

Das obere Ende des Thermometerbehältniſſes wird in ſeiner Lage, oder in der Axe des äußern Cylinders, dadurch erhalten, daß die Röhre des Thermometers durch ein in der Mitte eines Korks, der das Ende des Cylinders verſchließt, angebrachtes Loch hindurchgeht. Der Boden des Thermometerbehältniſſes wird durch ein ähnliches hölzernes Pflöckchen in einer Entfernung vom Boden des meſſingenen Cylinders von ¼ Zoll und darüber getragen. Auf ſolche Art bleibt

auf

auf jeder Seite des Thermometers ein leerer Raum zwiſchen dem Gefäße des Thermometers und der innern Oberfläche des großen Cylinders, in welchem dieſes eingeſchloſſen iſt. Die Entfernung der äußern Oberfläche des Gefäßes des Thermometers und der innern Oberfläche des daſſelbe umgebenden Cylinders iſt 0,25175 Zoll. Dieſer Raum dient dazu, das Waſſer oder jede andere Subſtanz aufzunehmen, durch welche die Wärme in das Thermometer oder aus demſelben gehen ſoll. Die Quantität der Wärme wird durch die Höhe der Flüſſigkeit im Thermometer angezeigt. Die nöthige Menge Waſſer, um dieſen Raum zu füllen und noch das obere Ende des Thermometergefäßes $\frac{1}{4}$ Zoll hoch zu bedecken, wog 2468 Gran.

Nachdem nun das Thermometergefäß mit Waſſer, oder einem andern Liquidum, deſſen wärmeleitende Kraft erforſcht werden ſoll, umgeben iſt, wird ein rundes Stück Kork von etwas kleinerm Durchmeſſer als der meſſingene Cylinder iſt, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll dick, mit einem Loch in der Mitte, durch welches die Thermometerröhre frey durchgehen kann, in den meſſingenen Cylinder hinabgelaſſen, doch nicht ganz tief, um die Oberfläche des Waſſers oder der andern darin enthaltenen Subſtanz berühren zu können. Die Korkſcheibe wird an ihrem Orte durch drey hervorragende meſſingene Stifte erhalten, welche auf die äußere Seite des metallenen Halſes des Thermometergefäßes gelöthet ſind. Hiernächſt wird nun der obere Theil des hohlen meſſingenen Cylinders mit Eiderdaunen gefüllt, und mit einem Korkſtöpſel verſchloſſen, in deſſen Mitte ein Loch angebracht iſt, durch welches die Thermometerröhre hervorſteht. Da die ganze Skale des Thermometers vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte noch

oberhalb dieſes Deckels iſt, ſo kann jede Veränderung der Wärme, welcher das Inſtrument ausgeſezt iſt, zu jeder Zeit beobachtet werden, ohne einen Theil des Apparats in Unordnung zu bringen. Uebrigens iſt das Thermometer nach Fahrenheit's Skale eingerichtet.

Mit dieſem ſogenannten Paſſagethermometer wurden die Verſuche auf folgende Art angeſtellt. Nachdem alles, wie zuvor angegeben worden, eingerichtet war, wurde der Apparat in ſchmelzendes Eis geſtellt, bis das Thermometer auf 32 Grad fiel; dann nahm der Graf denſelben heraus, und tauchte ihn augenblicklich in ein großes Gefäß voll kochenden Waſſers. Die wärmeleitende Kraft der Subſtanz, welche der Gegenſtand dieſes Verſuchs war, wurde durch die Zeit beſtimmt, welche die Wärme gebrauchte, um durch dieſelbe in das Thermometer zu treten. Dieſe Zeit wurde ſorgfältig bemerkt, wenn das Thermometer zum 40ſten Grade kam, und eben ſo, wenn es immer um 20 Grade ſtieg.

Je langſamer nun die Wärme in einem Medium ſich bewegt, oder fortgeführt wird, deſto längere Zeit iſt für eine gewiſſe Quantität derſelben erforderlich, um durch daſſelbe zu gehen, und da das Thermometer die Veränderungen in der Temperatur des erhizten oder abgekühlten Körpers anzeigt, nämlich des Liquidums, womit das Thermometer gefüllt iſt, nach Maaßgabe des Durchganges der Wärme durch das Medium, womit das Thermometer umgeben iſt, ſo wird auch die wärmeleitende Kraft dieſes Mediums durch die Geſchwindigkeit des Steigens und Fallens des Thermometers angegeben, wenn das Inſtrument, nachdem es zuvor zu einer gewiſſen Temperatur gebracht

bracht worden iſt, plötzlich in ein anderes Medium von einer andern angegebenen bleibenden Temperatur gebracht wird.

Zuerſt wog er nun von den oben angeführten geſchmorten Aepfeln 960 Gran ab, und fand durch eine Rechnung, daß der in ſelbigen enthaltene faſerichte Theil nicht mehr als $18\frac{9}{16}$ Gran wog, mithin noch weniger als $\frac{1}{50}$ der ganzen Maſſe betrug, ſo daß nach ſeiner Meynung der Reſt, der mehr als $\frac{45}{50}$ des Ganzen ausmachte, faſt nichts als Waſſer ſey. War nun das Thermometer mit ſolchen geſchmorten Aepfeln umgeben, ſo fand er die Zeit, welche nöthig war, damit das Thermometer von 80° bis 160° ſtieg, in Mittelzahlen 335 Sekunden; da im Gegentheil, wenn das Thermometer bloß mit Waſſer umgeben war, nur 172 Sekunden verfloſſen, um ebenfalls das Thermometer von 80° bis 160° ſteigen zu machen. Bey Abkühlungen von 160° bis 80° in geſchmorten Aepfeln verfloſſen 520 Sekunden, und im Waſſer 377 Sekunden.

Aus dieſen Verſuchen glaubte nun der Graf entſcheidend dieſe wichtige Thatſache erwieſen zu haben: daß eine geringe Quantität gewiſſer Subſtanzen, mit Waſſer vermiſcht, ſehr ſtark die wärmeleitende Kraft dieſes Fluidums zu ſchwächen vermag.

Wenn wir alſo annehmen, daß ſich die Wärme im Waſſer eben ſo wie in der Luft und andern elaſtiſchen Flüſſigkeiten fortpflanzt, nämlich, daß ſie durch ſeine Theilchen transportirt wird, daß dieſe Theilchen durch den Wechſel des ſpecifiſchen Gewichts bey Veränderung der Temperatur in Bewegung geſetzt werden, und

und daß überhaupt keine Mittheilung, kein Wechſel ihrer Wärme zwiſchen den Theilen eines und deſſelben Fluidums ſtatt findet; ſo iſt offenbar, daß die Fortpflanzung der Wärme in einem Fluidum auf zweyerley Art gehemmt werden kann, einmal dadurch, daß wir ſeine Flüſſigkeit vermindern, welches durch Auflöſung irgend einer ſchleimigen Subſtanz darin geſchieht, und dann auf eine noch einfachere Weiſe dadurch, daß wir die Bewegung ſeiner Theilchen während der Operation des Transports der Wärme erſchweren und verhindern, welches dadurch erhalten wird, daß man irgend einen feſten Körper, der ein Nichtleiter der Wärme ſeyn muß, in kleinen Maſſen, oder von großer Oberfläche im Verhältniſſe gegen ſeine Dichtigkeit, mit dem Fluidum vermengt.

Noch andere Verſuche, bey welchen der Graf Stärke mit Waſſer und Eiderdaunen mit Waſſer vermiſcht hatte, ſchienen ihm auf die entſcheidendſte Art zu beweiſen, daß die Wärme im Waſſer nur zu Folge der innern Bewegung deſſelben fortgepflanzt, oder daß ſie von den Theilchen des Liquidums transportirt oder fortgeführt wird, und ſich nicht, wie man gewöhnlich glaubt, darin ausbreitet und expandirt.

Der Herr Graf hat noch weit mehrere Verſuche zur Beſtärkung ſeiner Meynung, daß alle Liquida wahre Nichtleiter der Wärme ſind, mit Eisſcheibchen angeſtellt, welche er unter mancherley Vorrichtungen unter Waſſer brachte, und beſonders darauf aufmerkſam war, wo und auf welche Art ſie ſchmolzen.

Gegen die Verſuche des Herrn Grafen haben Mehrere verſchiedene Einwendungen gemacht. Herr Gren ſagt, es ſey Thatſache, daß feſte Subſtanzen beym Uebergange in den Zuſtand der tropfbaren

Flüſſig-

Flüſſigkeit, und daß tropfbar flüſſige bey ihrem Uebergange zur elaſtiſchen Flüſſigkeit Wärme latent machen oder Wärmeſtoff verſchlucken, daß folglich die Quantität der Wärme, die zum Schmelzen der feſten, oder zum Verdunſten der feſten oder liquiden Subſtanzen verwendet wird, keine Temperaturerhöhung zuwege bringen könne. Es iſt alſo auch unläugbar, daß die Wärme, welche von einem erhitzten Körper an eine ſchmelzbare oder verdunſtbare Materie tritt, und ſie zum Schmelzen oder Verdunſten bringt, alsdann fürs Gefühl oder Thermometer ſo gut wie verloren geht; ſo lange ſie latent bleibt, nicht wieder ſo zu ſagen zurückgeworfen werde, und keinen gegenſeitigen Wechſel oder keine mittlere Temperatur hervorbringe. Wenn alſo ein ſolcher ſchmelzbarer oder verdunſtbarer Stoff um einen erhitzten Körper herum eine Hülle bildet, ſo geräth die von dieſem austretende Wärmematerie gewiſſer Maaßen in einen Schlund, aus dem ſie nicht wieder heraustritt, und es muß da nothwendiger Weiſe die Abkühlung des erhitzten Körpers bey übrigens gleichen Umſtänden ſchneller erfolgen, als wenn er mit einer Hülle umgeben iſt, die ſelbſt eine Temperaturerhöhung leidet, und wo der Verluſt der Wärme des darin eingeſchloſſenen erhitzten Körpers nur die Differenz des gegenſeitigen Wechſels ihrer beyderſeitigen Wärmetheile iſt. Schmelzbare und verdunſtbare Subſtanzen ſind alſo hiernach beſſere Leiter der Wärme, als nicht-ſchmelzbare und fixe. Aus eben dem Grunde ſind Holzkohlen, Federn, Haare, Wolle, Holz, Stroh, ſchlechte Leiter für die Wärme, ſchmelzendes Eis, Waſſer, Weingeiſt u. ſ. gute und beſſere Leiter. Die wärmeleitende Kraft beſteht alſo hauptſächlich in dem Vermögen derſelben, freye Wärme zu latenter zu machen.

Die Wärmematerie kann als Materie andere Subſtanzen nicht mechaniſch durchdringen, eben weil auch ſie undurchdringlich ſeyn muß; nur durch Anziehung anderer Stoffe kann ſie dieſe durchdringen. Die Fortpflanzung der Wärme in andern Materien ſelbſt, in ſo fern dieſe mit Stetigkeit ihren Raum erfüllen, kann alſo nicht anders geſchehen, als daß die Wärmetheilchen davon angezogen werden; und daher glaubte Gren, daß auch die Wärmetheilchen, welche Rarefaktion hervorbringen, thermometriſch wirken, ebenfalls latent werden; nur daß freylich die Wärmetheilchen, weil ſie auch nicht chemiſch gebunden ſind, durch jeden Körper von niedrigerer Temperatur ſtärker angezogen werden, und ſich dann wieder in dieſen thermoſkopiſch zeigen, oder Rarefaktion zuwege bringen.

Wenn endlich die Theile einer Materie Verſchiebbarkeit in einem hohen Grade beſitzen, wie die aller flüſſigen Stoffe, ſo müſſen nach hydroſtatiſchen Geſetzen die erwärmten und deßhalb im Volumen zugenommenen Schichten in den kältern, und daher ſpecifiſch ſchwerern aufſteigen, eben weil die Fortpflanzung der Wärme in dem Raume der ganzen Maſſe, die aus dem vorhin angeführten Grunde durch Anziehung der Materie in dieſem Raume geſchieht, nicht momentan ſeyn kann. Allerdings muß daher die Abkühlung eines erhitzten Körpers in einem Medium, deſſen Theile durch die Temperaturveränderung in Bewegung geſetzt werden, anders erfolgen, als wenn dieſe unbewegt an ihrer Stelle blieben; und die wärmeleitende Kraft der flüſſigen Mittel muß aus dieſer Urſache größer ſeyn, als ſie ſeyn würde, wenn ihre Theile durch die Wärme nicht in Bewegung geſetzt würden.

Gegen

Gegen eben dieſe Behauptung des Herrn Grafen, daß die wärmeleitende Kraft flüſſiger Materien vermindert wird, kann nach Herrn Grens Meynung wohl kein Zweifel ſtatt finden; allein darin ſcheint Erſterer nach des Letztern Urtheile ſo weit zu gehen, daß die flüſſigen Subſtanzen an ſich wirkliche Nichtleiter der Wärme wären, und nur zu Folge der Bewegung ihrer Theile die zugeführte Wärme fortführten; ja, daß unter den individuellen Theilen flüſſiger Körper kein gegenſeitiger Wechſel ihrer Wärmetheilchen ſtatt finde. Denn da die Theile flüſſiger Subſtanzen Temperaturveränderungen erleiden, ſo müſſen ſie auch Wärmeſtoff empfangen und mittheilen können, und folglich muß ſich auch die Wärme in ihnen ſelbſt und durch ſich ſelbſt fortpflanzen, wie in jeder Materie. Herr Gren fragt, was heißen individuelle Theile des Waſſers? In einem Liquidum, das ſeinen Raum mit Stetigkeit erfüllt, könne man keinen Theil den kleinſten nennen, und folglich ſey jener Ausdruck ganz unbeſtimmt. Daß aber die Bewegung der Schichten, die durch die Wärme veranlaßt wird, durch die vom Herrn Grafen gebrauchten Mittel wirklich gehemmt werde, wie er vorausſetze, hat er nach Gren's Urtheile nicht erwieſen; ſondern die Reſultate ſeiner Verſuche folgen ganz natürlich daraus, daß ein Gemenge aus einer die Wärme ſchlechter und einer ſie beſſer leitenden Subſtanz die Wärme ſchlechter leiten müſſe, als die letztere allein. Bey den Verſuchen mit der Maſſe von geſchmorten Aepfeln ſey auch noch der Umſtand zu erinnern, daß er die ſchleimigen und zuckerartigen Theile derſelben ganz überſehen habe, die aus dem vorhin angeführten Grunde ſchlechtere Leiter wären, als reines Waſſer, und überdieß durch ihre Anziehung zum Waſſer die Verdunſtbarkeit deſſelben

ſchwächen,

ſchwächen, und alſo auch noch in ſo fern ſeine wärmeleitende Kraft vermindern könnten.

Zuletzt bemerkt Herr Gren noch, daß ſchmelzbare Subſtanzen die ſtärkſte wärmeleitende Kraft im Akt ihres Schmelzens äußerten, und daher bey niedrigern Temperaturen, die nicht zu ihrem Schmelzen hinreichten, ſchlechtere Leiter der Wärme ſeyn könnten. So iſt es z. B. mit dem Schnee, der für Temperaturen unter dem Gefrierpunkte ein ſchlechter Leiter der Wärme, für die über dem Gefrierpunkte hingegen ein ſehr ſtarker iſt. Eben ſo ſind auch geſchmolzene Subſtanzen im Akt ihres Erſtarrens oder Gerinnens ſchlechte Leiter der Wärme, wie geſtehender Talg, Wachs u. ſ. w. beweiſen.

Auch Herr de Lüc, einer von den eifrigſten Vertheidigern der atomiſtiſchen Phyſik, hat gegen des Herrn Grafen Behauptung, daß das Waſſer ein wahrer Nichtleiter der Wärme ſey, verſchiedene Einwendungen gemacht [q]). Nach ſeiner Meynung kann des Grafen Behauptung mit keiner der bekannten Theorien über die Wärme beſtehen. Denn wenn man einen Wärmeſtoff als Urſache der Wärme annehme, ſo müſſe man ſich die einzelnen Theilchen einer Flüſſigkeit entweder als einfach, d. i. als wahre Elemente, oder als aus einfachen, chemiſch verwandten Elementen zuſammengeſetzt denken. Im erſtern Falle könnten ſie von der wärmeerzeugenden Flüſſigkeit nicht durchdrungen werden; im letztern würde ihre chemiſche Vereinigung vom durchdringenden Wärmeſtoffe getrennt, und folglich die Natur der Flüſſigkeit vermindert werden, wie man das in mehreren Fällen beobachtet habe.

Die

q) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. I. S. 464. f.

Die Theilchen ſelbſt könnten daher nicht verdünnt und ausgedehnt werden; und unſere Begriffe von Wärme paßten nur auf ein Aggregat derſelben, nicht auf ſie einzeln. Indem der Wärmeſtoff ſich zwiſchen ihnen mit großer Heftigkeit bewege, treibe er ſie auseinander, und dieſe Ausdehnung des Körpers geſchehe, ohne daß der Wärmeſtoff ſich chemiſch mit dem Körper vereinigte. Sey dieß, ſo höre er vielmehr auf, ſich als freye Wärme zu äußern. Die Dichtigkeit deſſelben im freyen Zuſtande beſtimme die Temperatur oder den Wärmegrad jedes Körpers, der aber auch von der Natur des Körpers abhange. Jede Subſtanz, feſte, flüſſige, luftförmige ſey für den ſo feinen Wärmeſtoff durchdringbar, und ſo könne es unter ihnen keinen Nichtleiter geben.

Daſſelbe folge aus der Theorie, welche die Urſache der Wärme in die Schwingungen der Theilchen eines Körpers ſetze. Indem dieſe Schwingungen machten, dehnten ſie ſich nicht einzeln aus, ſondern nur gegenſeitig aus einander, wodurch nur eine Maſſe von Theilchen, nach Verhältniß der Stärke, womit ſie ſchwingen, ſich in einen größern Raum auszubreiten gezwungen werde. Warum ſollten ſich überdieß die Schwingungen nicht eben ſowohl unter den Theilchen einer Flüſſigkeit, als unter feſten und flüſſigen Theilchen fortpflanzen? Dieß zu läugnen, dazu berechtige uns nichts in dieſer Theorie.

Aus dem Hauptverſuche mit einem Inſtrumente, worin bey Annäherung an einen wärmern oder kältern Körper ſogleich zwey entgegengeſetzte Ströme entſtanden, folge für die Fortpflanzung der Wärme durch Flüſſigkeiten gerade das Gegentheil von der Hypotheſe, welche der Graf darauf gründe. Denn der herauf-

und herabſteigende Strom, wenn ein warmer Körper dem Inſtrumente plötzlich genähert werde, hatten doch ſicher eine meßbare Dicke. Da ſie nun durch Ausdehnung der Flüſſigkeit entſtanden, ſo mußte dieſe bis in eine meßbare Tiefe augenblicklich bey Annäherung eines warmen Körpers ausgedehnt, alſo von der Wärme ſelbſt bis zu dieſer Tiefe augenblicklich durchdrungen werden. Der Grund, warum in einer Flüſſigkeit dieſe Durchdringung nicht, wie beym feſten Körper, in derſelben Richtung weiter gehe, ſey der Strom ſelbſt, der in dem Augenblick geſchehe, wo die Waſſertheilchen an den Seiten des Glaſes beym Durchlaſſen der Wärme ausgedehnt, und folglich ſpecifiſch leichter würden. Dieſe ſtiegen daher in die Höhe, ehe ſie ihr Uebermaaß von Wärme den zur Seite liegenden Theilchen mittheilen könnten.

Da die Theile eines kalten Körpers von einem warmen Körper in dem Grade, als ſie erwärmt worden, in derſelben Zeit immer weniger Wärme annehmen könnten, ſo müſſe ſich eine Flüſſigkeit von unten herauf weit ſchneller, als von oben herab erwärmen laſſen. Denn im erſten Falle ſtiegen die erwärmten Theilchen aufwärts, und es kämen immerfort die kältern in die Nähe des erwärmenden Körpers. Im zweyten Falle hingegen, wo keine innere Bewegung ſtatt finde, blieben die am ſtärkſten erwärmten Theilchen immer zunächſt an dem heißen erwärmten Körper. Hieraus erkläre ſich, warum in den Verſuchen des Herrn Grafen eine Eisſcheibe, welche über dem heißen Waſſer ſchwamm, ſo viel ſchneller ſchmolz, als eine Eisſcheibe, auf der das heiße Waſſer ſtand. Im erſten Falle ſank das erkaltete Waſſer beſtändig fort zu Boden, und das wärmſte war ſtets mit der Eis-

ſcheibe

ſcheibe in Berührung; im letztern Falle hingegen blieb das Waſſer beym Eiſe ſtehen, daher die Wärme nur ſehr langſam bis zum Eiſe herab zu dringen vermochte.

Auch zeigen ſich wirklich in den Verſuchen des Herrn Grafen, daß die Eisſcheibe unter dem warmen Waſſer allmählich immer mehr und mehr ſchmolz. Dieſen Umſtand erklärte indeß der Graf aus der merkwürdigen Eigenſchaft des Waſſers, daß es ſich beym Erkalten von 40 bis auf 32° nach Fahrenheit ausdehnt, ſtatt ſich, wie andere Körper, immerfort zuſammenzuziehen. Denn da das Waſſer, welches Eis berührt, immer eine Temperatur von 32 Grad habe, ſo müſſe es, jener Eigenſchaft gemäß, aufſteigen, dagegen das 40° warme herabſinken, und dieſes das Eis ſchmelzen.

Nach de Lüc's Beſtimmung der ſonderbaren Erſcheinungen beym Erkalten des Waſſers iſt dieſes bey 41° nach Fahrenh. am ſtärkſten verdichtet, und dehnt ſich von dieſer Temperatur bis zu 32° herab eben ſo ſehr, als bey der Erwärmung von 41 bis 50° aus. Allein dieſe Ausdehnung betrage nur $\frac{1}{160}$ von der, welche das Waſſer vom Froſt- bis zum Siedpunkt erleidet. Ueberdieß verdichtet ſich das Waſſer von 50° herab, und von 32° hinaufwärts gleich anfangs ſo ſchnell, daß es von 45 bis 35° faſt gar keine Veränderung erleidet, und eine beynahe unmerkliche Verſchiedenheit in der Ausdehnung hat. Schwerlich ſey aber dieſe geringe Verſchiedenheit fähig, aufſteigende und herabſteigende Ströme hervorzubringen.

Ein Thermometer, um das ringsum eine Eisſchale gefroren ſey, ſolge, ſeinen Beobachtungen gemäß

mäß, den Bewegungen eines nicht umfrornen in jeder Temperatur unter dem Froſtpunkte.

Es habe alſo der Herr Graf, wie alle dieſe Gründe zeigten, ſeinen Satz, daß Flüſſigkeiten Nichtleiter der Wärme wären, nicht erwieſen; vielmehr folge aus ſeinen eigenen Verſuchen, daß ſie ſowohl, als alle andere Subſtanzen, von der Wärme durchdrungen würden.

Auch führt Herr Nicholſon gegen des Herrn Grafen Behauptung dieſe Bemerkung an, daß, wenn kein Waſſertheilchen Wärme annehmen und wieder fahren laſſen könnte, ſelbſt der ganze Prozeß der Fortpflanzung der Wärme durch Circulation in Flüſſigkeiten unmöglich wäre; fände aber umgekehrt dieſes ſtatt, ſo könne auch die Wärme von Theilchen zu Theilchen übergehen, und ſie auf dieſe Art fortpflanzen.

Der Herr Graf von Rumford hat in ſeinen Experimental eſſays gezeigt, daß auch Oele und Queckſilber nicht unter die Wärmeleiter gehören. Ein künſtlicher Eiskuchen, der in ſeiner Mitte gewöhnlicher Maßen erhaben war, wurde mit ganz durchſichtigem Baumöl übergoſſen, und in dieſes ein eiſerner Cylinder, der in heißem Waſſer von 210° Fahrenh. erhitzt und in ein papiernes Futteral geſteckt worden war, der Länge nach ſo weit hineingelaſſen, daß ſein Ende nur $\frac{1}{6}$ Zoll von der Fläche des Eiſes abſtand. Dieſer Hitze und Annäherung ungeachtet ließ ſich kein Schmelzen des Eiſes bemerken. Nachher wurde das Eis mit Queckſilber ſtatt des Oels übergoſſen, und das Ende des Cylinders dem Eiſen bis auf $1\frac{1}{4}$ Zoll nahe gebracht, wo der Erfolg eben derſelbe war. Der Cylinder blieb einige Minuten über dem Eiſe.

Da ſich nun die vornehmſten Flüſſigkeiten bey dem Verſuche als Nichtleiter der Wärme gezeigt haben, ſo ſchließt der Graf, daß die Nichtleitung der Wärme eine weſentliche Eigenſchaft der Flüſſigkeiten ſey.

Gegen die Behauptung des Herrn Grafen, daß nämlich alle elaſtiſche und liquide Flüſſigkeiten abſolute Nichtleiter der Wärme ſind, hat ferner Socquet [r]) Einwürfe gemacht, und ſie durch Gegenverſuche zu erweiſen ſich bemüht. Einer der Hauptverſuche des Grafen iſt der mit der Eisſcheibe, welche in der Mitte einen kleinen Eishügel hat, und mit einer Flüſſigkeit übergoſſen wird, in die er wenige Linien über der Eiſenſcheibe einen bis 80° Reaum. erhitzten eiſernen Cylinder hing, ohne daß von jenem das mindeſte ſchmolz. Dieſen Erfahrungen im Kleinen glaubte Socquet einige Erfahrungen im Großen entgegenzuſetzen. Er ſah einſt in der Spiegelmanufaktur Briati in Venedig eine Glasmaſſe von etwa 40 Pfund, ſo wie ſie völlig glühend aus dem Ofen kam, in ein mit kaltem Waſſer gefülltes großes Marmorbecken tauchen, worin ſie im Waſſer ſchwebend gehalten wurde. Er glaubte, das Waſſer würde nun gleich kochend umher aufbrauſen, aber das geſchah nur da, wo es mit dem Eiſen, welches die Maſſe hielt, in Berührung kam, und die rothglühende Maſſe ſah man völlig deutlich in dem ruhigen Waſſer. Er tauchte die Hand in das Waſſer, das nun zu rauchen anfing, bewegte ſie bis an den Boden des Gefäßes hinab, brachte ſie dann allmählich mit der größten Vorſicht und ohne das Waſſer zu bewegen unter die noch glühende Maſſe, und

r) Journal de phyſique. T. VI. p 441.

und näherte ſie dieſer allmählig. Er fand das Waſſer bis ziemlich tief hinab ſehr heiß, aber auf dem Boden ſchien es ihm merklich kälter als an der Oberfläche zu ſeyn. Bey einer Entfernung von wenigſtens 6 Linien von der untern Fläche der glühenden Maſſe fühlte er ſehr deutlich die Irradiation des Wärmeſtoffs rings umher durch die Umgebung vom Waſſer. Dieſer Verſuch wurde dreymal wiederholt, immer mit demſelben Erfolge, und es erhellet aus demſelben, daß das Waſſer doch immer ein Leiter der Wärme, obſchon ein ſchlechter Leiter iſt.

Mit noch weniger Widerſpruch, ſagt Socquet, haben faſt alle Phyſiker das Eis für einen Nichtleiter der Wärme angenommen. Wie wollte man denn aber das Frieren des Waſſers in einer Flaſche erklären, welches an der obern Fläche zu gefrieren anfange, und dann erſt im Innern, wo es von dem Eiſe ringsum eingeſchloſſen ſey, friere? Hier müſſe doch wohl Wärme durch das Eis abgeleitet werden? Wie wolle man es ferner nach jenen Behauptungen erklären, daß man Eis bis auf — 10° oder — 30° erkalten könne? Hier könne man doch, da das Eis ein feſter Körper ſey, keinen Umlauf, keine innere Bewegung annehmen!

Er bemerkt noch, daß der Eiſencylinder, den Rumford in die Flüſſigkeiten hing, nur bis auf 80° Reaum., alſo nur mäßig erwärmt, dagegen der Eishügel und die Flüſſigkeiten durch die das Gefäß umgebende frierende Miſchung wenigſtens bis auf — 2° Reaum. erkaltet geweſen wären. Ehe das Eiſen das Eiskügelchen habe ſchmelzen können, habe es folglich die ganze Maſſe um 2° erwärmen müſſen, und nach dem großen dadurch erlittenen Wärmeverluſte hätte dann

dann die übrige Wärme noch hinreichen müſſen, ſo viel Waſſer oder Eis bis 60° zu erwärmen, denn ſo viel werde beym Schmelzen des Eiſes verſchluckt. Selbſt wenn auch etwas Eis geſchmolzen wäre, ſo würde es gleich wieder bey der Berührung mit dem Eiſe und der unterbrochenen Erkältung von außen gefroren ſeyn. Nicht nur, daß die Flüſſigkeiten dem heißen Eiſen viel Wärme entzögen, ſo werde ganz beſonders noch die dem Eiſe zugekehrte Seite beym langſamen Eintauchen erkältet, und auch das müſſe man in Betrachtung ziehen, daß ſowohl die Hand, wie das Pappfutteral, Wärme ableiteten.

Im Decemb. 1798. füllte er ein tiefes irdenes Gefäß, mit weiter Oeffnung, mit Queckſilber, befeſtigte darin, durch einen im Boden des Gefäßes feſt gehaltenen und zu oberſt in einen Haken gebogenen Drath, ein Stück Eis, von der Größe eines Thalers und einen halben Zoll dick, ungefähr 10 Linien unter der Oberfläche des Queckſilbers parallel mit demſelben, ſo daß es ſo gut als iſolirt in dem Queckſilber ſchwebte. Die Temperatur des Zimmers war — $5\frac{1}{2}°$ Reaum. Senkrecht über der Eisſcheibe befeſtigte er über der Oberfläche des Queckſilbers einen weiten Glascylinder, der ſich kaum eine Linie tief in das Queckſilber einſenkte, und füllte ihn bald mit kochendem Waſſer, bald mit heißen Salzauflöſungen verſchiedener Art, bald mit Oel u. ſ. f. an; und in allen dieſen Fällen, wo nach Rumford gar keine Leitung möglich geweſen wäre, ſah er nach kurzer Zeit das vom iſolirten Eiſe abgeſchmolzene Waſſer durch das Queckſilber hinaufſteigen, ſo daß alſo die Wärme ſenkrecht durch eine unbewegte und undurchſichtige Flüſſigkeit hinuntergedrungen war.

Es wäre den Chemikern bekannt, daß die Stärke der chemiſchen Verwandtſchaft im umgekehrten Verhältniſſe der Stärke der Aggregation ſtehe; daher alle die Mittel, ſowohl Verkleinerung wie Erwärmung, wodurch ſie dieſe aufzuheben ſuchten. Dieſes auf das Waſſer angewandt, ſo werde es ſchneller verdunſten, wenn es einer Platte, worauf es liege, adhärire, weil ſo auf zweyerley Art, durch dieſe Adhäſion und durch die Wärme, die Aggregation aufgehoben werde. Man wiſſe, daß das Waſſer bey einer gewiſſen Hitze vom Eiſen zerſetzt, und das Eiſen oxydirt werde, daß hingegen bey einer ſtärkern Hitze das Eiſen wiederum desoxydirt, alſo das Waſſer nicht mehr zerſetzt werde, vielmehr bey einer hohen Temperatur Waſſer und Sauerſtoff ſich mit einander verbänden. Daraus glaube er folgende Erfahrungen erklären zu können, die er bey der Bearbeitung vom glühenden Eiſen wahrgenommen habe. Als nämlich Arbeiter, die in eine große Platte von glühendem Gußeiſen mit einem ſtählernen Keile eine viereckte Oeffnung einarbeiten wollten, den Keil, ſo oft ſie ihn aufs neue einſetzten, anfeuchteten, tropfte das Waſſer zum Theil in die Ritze des glühenden Eiſens hinab. Hier blieb es ruhig, ohne zu zittern, und verdampfte dabey nur mäßig. Wenn aber beym Schlagen auf den Keil ein Tropfen auf die Haut der Arbeiter ſpritzte, ſo verbrannte er ſie eben ſo ſtark, wie ein Stück glühendes Eiſen; ein ſicheres Zeichen, daß in dieſem Zuſtande das Waſſer, ehe es verdampfte, eine höhere Temperatur als 80° Reaum. angenommen hatte. Dagegen befördere eine ſchwache Erwärmung eines Eiſens, worauf Waſſer ruhe, die Verdampfung außerordentlich.

Hieraus

Hieraus ſey es auch, wie er glaube, zu erklären, daß eine angefeuchtete Erdfläche viel mehr Waſſer in gleicher Zeit verdunſte, als die Oberfläche eines Sees; daß man beym Kochen des Waſſers die Dampfwirbel immer von dem Rande und dem Boden des Gefäßes aufſteigen ſehe, und daß nach Vauquelin's Erfahrungen die Salzauflöſung bey einer niedrigern Temperatur, als das Waſſer, alſo unter 80° Reaum. koche.

Ließen ſich gleich, dieſen Verſuchen zu Folge, die Flüſſigkeiten für keine abſoluten Nichtleiter der Wärme ausgeben, ſo laſſe ſich doch keinesweges läugnen, daß ſie ſehr ſchlechte Wärmeleiter ſeyen, und man müſſe in dieſer Eigenſchaft der tropfbaren und elaſtiſchen Flüſſigkeiten den Erklärungsgrund vieler intereſſanten Erſcheinungen ſuchen. So z. B. wäre es unſtreitig der ſehr ſchlechten Wärmeleitung der durch die Ausdünſtung des Körpers gebildeten Dampfhülle, die Fordyce und ſeine Gefährten in dem Ofen, in den ſie ſich bey 240° Reaum. Hitze hineingewagt hatten, ſogleich umgab, zuzuſchreiben, daß ſie an ihren Körpern nur eine verhältnißmäßig geringe Wärme empfanden, und das Thermometer, ſchon ehe es die Haut berührte, ſank am ſtärkſten an denjenigen Stellen, die am meiſten ausdunſteten; auch daß, als die Feuchtigkeit, mithin auch die Dampfhülle, ſich verminderte, und die Luft im Ofen mehr mit Waſſer ſich geſättigt hatte, ihnen die Wärme viel ſchwerer zu ertragen wurde.

Auch der Herr Prof. Grimm *) war auf einen Verſuch des Herrn Grafen von Rumford aufmerkſam,

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. VII. S. 361.

ſam, wodurch er die abſolute Nichtleitung der Wärme aller Flüſſigkeiten darthun wollte. Dieſer Verſuch zeigt nämlich, daß das Eis weit langſamer wieder flüſſig wird, wenn kochendes Waſſer auf daſſelbe gegoſſen wird, als wenn es auf dem kochenden Waſſer ſchwimmt. Die Urſache dieſer Erſcheinung ſcheint ihm nicht, wie mehrere Phyſiker behaupteten, in der ſchlechten wärmeleitenden Kraft des Waſſers zu liegen, ſondern er erklärt ſie auf folgende Art: Im heißen Waſſer ſteigen die in Dampf verwandelten Waſſertheilchen wegen ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit in die Höhe. Schwimmt das Eis auf der Oberfläche des Waſſers, ſo werden die Dämpfe, ſobald ſie das Eis berühren, wieder verdichtet, und bey ihrer Verdichtung wird viel Wärmeſtoff frey. Daher ſey wohl nichts natürlicher, als daß das Eis unter ſolchen Umſtänden ſchneller ſchmelzen müſſe, als auf dem Boden des Gefäßes, dem die Dämpfe ſich nicht näherten, ſondern von dem ſie ſich entfernten.

Der Herr Graf von Rumford ſcheint alſo doch wenigſtens ſo viel erwieſen zu haben, daß die elaſtiſchen und unelaſtiſchen flüſſigen Materien ſchlechte Leiter der Wärme, nicht aber, vollkommene Nichtleiter der Wärme ſind.

Aus dieſen Unterſuchungen über die wärmeleitende Kraft der Subſtanzen, welche beſonders für die Künſte und Handwerke äußerſt wichtig ſind, erklären ſich ſehr leicht Naturerſcheinungen, welche man ſonſt auf eine ganz andere Art zu erklären ſuchte. So läßt es ſich nunmehr begreifen, warum verſchiedene Subſtanzen, die alle einerley Temperatur zeigen, beym Anfühlen ungleichförmig warm zu ſeyn ſcheinen. Daher macht man hölzerne Stiele an eiſerne oder ſtählerne

Inſtru-

Inſtrumente, welche beym Gebrauche ſich leicht erhitzen, u. ſ. f.

Specifiſche Wärme.

Auf die wichtige Lehre der ſpecifiſchen Wärme hätte ſchon der Verſuch des Herrn Boerhaave (Th. V. S. 47.) leiten können. Auch aus Herrn de Lüc's Verſuche, welchen er im Winter von 1754 bis 1755 anſtellte, ließ ſich darauf ſchließen. Er ließ nämlich Waſſer in Trinkgläſern gefrieren, in welche er Thermometer geſtellt hatte, deren Kugeln folglich mit Eis umgeben wurden. Indem er nachher dieſen kleinen Apparat ans Feuer brachte, ſo ſtiegen die Thermometer bis zum Augenblicke des Schmelzens des Eiſes, und blieben dabey ſo lange ſtehen, als das Eis völlig geſchmolzen war [t]). Auch hat wirklich nachher Herr de Lüc den erſten Gedanken von der ſpecifiſchen Wärme mit ausdrücklichen Worten geäußert. Er bemerkt im Jahre 1772., daß er Gleichheit der Wärme in Körpern von verſchiedener Temperatur für nichts anders halte, als für eine gleiche Abneigung, Feuer aus ſich zu laſſen, oder neues aufzunehmen [u]). Beynahe zu gleicher Zeit mit Herrn de Lüc machte D. Black zu Edinburgh dieſelbe Entdeckung, welche er im Jahre 1757., ohne ſie jedoch öffentlich bekannt zu machen, in ſeinen Vorleſungen vortrug. Er beſtimmte nämlich durch einen Verſuch, den nachher Crawford angeführt hat, daß eine Eismaſſe von 32° Fahrenh. mit einer gleichen Maſſe Waſſer von 172° vermiſcht ganz ſchmelze, und die Miſchung doch nur die Temperatur von 32° behalte, daß mithin 140° Wär-

me

t) Unterſuchung. über die Atmoſphäre. Th. I. §. 438. e. g.

u) Ebendaſ. Th. II. §. 973.

me bloß aufs Schmelzen verwendet, und im flüſſigen Waſſer gebunden werden.

Alle dieſe Erfahrungen blieben aber doch noch gegen 20 Jahre unbenußt, bis endlich im Jahre 1772 Herr Wilke [x]), ohne von den angeführten Wahrnehmungen etwas gewußt zu haben, zuerſt die Geſetze der Vertheilung freyer Wärme unter verſchiedene Stoffe genau unterſuchte, und den Begriff der ſpecifiſchen Wärme feſtſetzte. Es war nämlich in dieſem Jahre viel Schnee auf einen kleinen Gartenplatz gefallen, und man hatte verſucht, ihn durch Schmelzen mit heißem Waſſer los zu werden; wider Vermuthen ging aber dieß ſo langſam von ſtatten, daß man keinen Nutzen davon hatte. Dieß veranlaßte Herrn Wilke, zu muthmaßen, es möchte etwa ein unbekannter Umſtand dabey zum Grunde liegen, und das Schmelzen des Schnees möge ſich nicht nach den Geſetzen richten, die man ſonſt, bey Vertheilung der Wärme unter verſchiedene Körper, beſonders Waſſer, beobachte. Er glaubte anfänglich vermöge der Richmanniſchen Regel ſchließen zu dürfen, daß Schnee, als gefrornes Waſſer, ſich eben ſo wie eiskaltes Waſſer verhalten werde, um warmes Waſſer abzukühlen, und ſelbſt einen proportionirten Theil der Wärme annehmen werde. Der Verſuch fiel aber ganz anders aus. Das eiskalte Waſſer ließ, mit gleich viel 68 Grad warmes Waſſer vermiſcht, der Regel gemäß 34 Grad, aber eben ſo viel Schnee (dem Gewichte nach) nahm nicht nur alle dieſe Wärme hinweg, ſondern blieb auch guten Theils ungeſchmolzen in der Miſchung zurück, in

x) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXXIV. S. 93. d. d. Ueberſ.

in welcher das Thermometer auf 0 oder auf den Eis- punkt gefallen war. Dieſes traf bey mehreren Pro- ben jederzeit ein, allemal ging ein beträchtlicher Theil der Wärme verloren. Der Reſt in der Miſchung richtete ſich ſowohl nach der Menge des Schnees, als nach der Wärme des Waſſers, worin er gebracht wurde; er ſuchte daher das Geſetz dieſes Verhaltens, oder eine Regel, nach welcher man die Wärme der Miſchung, oder den Grad des Thermometers in allen Fällen voraus wiſſen könnte.

Zu dem Ende vermiſchte er Schnee in verſchiede- nen Verhältniſſen mit warmem Waſſer von verſchie- denen Temperaturen, und trug dabey die größte Sorg- falt, daß ſo wenig, als nur möglich, Wärme verloren ging. Seine Verſuche gaben ihm folgendes Reſultat: Wärme in einer Miſchung von Waſſer und Schnee wird nicht, wie in einer Mi- ſchung von Waſſer mit Waſſer, ohne Ver- luſt vertheilt, ſondern es geht allemal eine gewiſſe und beſtändige Größe davon verloren, welche zu dem 72° des Celſius- ſchen Thermometers gehört. Dieſe 72 Grade werden nämlich zum Schmelzen des Schnees verbraucht, nachher verhält ſich der Schnee wie eiskaltes Waſſer, und verſtattet der übrigen Wärme, ſich gleichförmig durch die ganze Maſſe zu vertheilen. Hat alſo eine Menge Waſſer 72 Grad Wärme, und wird gleich viel Schnee dazugethan, ſo wird alle dieſe Wärme weggenommen, und die Miſchung wird eiskalt. Iſt des Waſſers Wärme 98 Grad, ſo gehen nur 72 Grad verloren, und der Reſt 26 wird in zwey gleiche Maſſen vertheilt; es bleiben alſo in der Miſchung nur 13 Grad übrig. Hätten 3 Theile Waſſer 40 Grad

Wärme, ſo nähme ein Theil Schnee davon 72 Grade; die übrige Wärme 120 — 72 = 48 würde in 4 gleiche Maſſen vertheilt, und in der Miſchung kämen 12 Grad.

Man ſetze alſo überhaupt die Schneemaſſe = n, die Waſſermaſſe = m, und deſſen Wärme nach dem Thermometer = c, ſo iſt der Miſchung Wärme = $\frac{m.c - 72.n}{m + n}$. Dieſe Regel hat nach Wilken's Verſuchen jederzeit mit ſehr vieler Genauigkeit zugetroffen.

Wenn mc größer als 72 n iſt, ſo behält die Miſchung einige Wärme; iſt aber mc = 72 n, ſo wird die Wärme = 0, und die Miſchung eiskalt. Wenn daher mc kleiner als 72 n iſt, ſo müßte der Werth negativ werden, oder die Miſchung müßte noch unter dem Eispunkte abgekühlt werden, das Waſſer würde mit dem Schnee zu Eis, oder wenigſtens fiele das Thermometer darin unter 0. Allein dieß ereignet ſich nie, ſondern die Miſchung, ſo viel oder ſo wenig Schnee man auch hinzu thut, hält ſich allemal beym Eispunkte. Hieraus ſcheint zu folgen, daß dieſer Mangel beym Schnee etwas abſolutes iſt, das nicht weiter wirkt, als daß Schnee wirklich von Wärme in Waſſer zergeht, aber nicht, wie Kälte, etwas demjenigen, was wir Wärme nennen, entgegengeſetztes iſt, oder in Abſicht auf die Wärme etwas negatives, ſondern ein wirkliches 0. Die wirkliche Kälte des Schnees aber, als negativ gegen die Wärme, ſcheint die zu ſeyn, die er in kälterer Luft erhält und dadurch zeigt, daß das Thermometer unter 0 fällt. Denn wenn ein ſolcher Schnee in eiskaltes Waſſer geworfen wird, ſo entſteht darin bald Eis.

Da

Da in den bisherigen Verſuchen der Schnee allemal ſchmolz, und ſeine ſonderbare Kälte zeigte, wenn ihn warmes Waſſer unmittelbar berührte, ſo wollte er nun auch verſuchen: ob das warme Waſſer hiezu etwas beytrüge, oder ob Schnee aus andern oder feſten Körpern eben die 72 Grad Wärme zum Schmelzen nöthig habe, ohne davon wärmer zu werden. Zu dieſer Abſicht wog er in 2 gleich weiten, gleich hohen, und gleich ſchweren blechernen Cylindern gleich viel eiskaltes Waſſer in den einen, und weichen Schnee in den andern. Beyde wurden auf einmal in ein Caſtrol mit Waſſer geſetzt, das ſich über dem Feuer in vollem Kochen befand. Das Thermometer ward in den einen Cylinder mit Waſſer gebracht, und fing gleich an zu ſteigen, indem der Schnee im andern zuſammenſank. Sobald das Thermometer im Waſſer 72 Grad erreicht hatte, ward die Büchſe mit Schnee vermittelſt eines Fadens aus dem kochenden Waſſer gezogen, und in freyer Luft aufgehangen, alsdann das Thermometer hineingebracht. Es ſank da bis auf 2 Grad; als aber der noch übrige Schnee zergangen war, ſank es völlig bis an den Eispunkt, und blieb da ſtehen. Nahm er die Schneebüchſe eher heraus, als das Thermometer in der Waſſerbüchſe 72 Grad zeigte, ſo blieb viel Schnee ungeſchmolzen, verzog er länger, ſo ſchmolz aller Schnee, und das Waſſer behielt einen Ueberſchuß an Wärme. Da nun hier kein Waſſer zum Schnee kam, als ſein eigenes, ſo wirkte auch hier nur die Wärme, die von außen durchs Blech drang. Nun hätten zwey gleiche Maſſen, eine von Schnee, die andere von Waſſer, in gleicher Wärme, in gleicher Zeit, gleich viel Wärme bekommen, alſo auf einmal 72 Grad erreichen ſollen. Als aber das Waſſer dieſen Grad wirklich erreicht hatte, ſchien der Schnee noch nicht

nicht die geringſte Wärme erhalten zu haben. Demnach ſind die 72 Grad Wärme, die er von außen vom kochenden Waſſer nothwendig bekommen hat, allein angewandt worden, ihn zu ſchmelzen, ohne daß ſeine Maſſe am Thermometer eine Spur davon zeigte, völlig wie es ſich findet, wenn man 72 Grad kaltes Waſſer mit Schnee vermiſcht, da ſich die Miſchung eben ſo eiskalt findet, als der Schnee ſelbſt.

Hieraus ſcheint Herrn Wilke umgekehrt zu folgen: Waſſer, aus dem dieſer Schnee oder Eis durchs Gefrieren entſtanden iſt, hat zuvor dieſe ihm mangelnde Wärme verloren oder von ſich gegeben, nämlich ſo viel Wärme, als zu 72 Graden gehört; und wenn ſolche in gleich viel anderes eiskaltes Waſſer geſammelt würden, müßte davon eine Wärme von 72 Graden entſtehen, ohne daß dieſer Verluſt in dem entſtandenen Eiſe zu merken wäre, dieß müßte zugleich mit dem Waſſer den Eispunkt zeigen, und erſt von neuer Kälte kälter werden.

Um dieſe Erſcheinungen genügend einzuſehen nimmt Herr Wilke an, daß hiebey eine feine flüſſige Materie, die er Feuermaterie nennt, im Spiele ſey. Von dieſer Materie behauptet er, daß ſelbige ſowohl feſte als flüſſige Körper anziehen oder ihre feſten Theile eine Attraction gegen dieſelbe ausüben; dieſe Materie gehe ſo in die Zwiſchenräume der Körper, umgebe der Theile äußere Flächen, und belade dieſelben. Die Waſſertheile ſeyen bey dem ſogenannten Froſtpunkte überall mit einer gewiſſen Menge ſolcher Materie umgeben, welche ſie von einander ſondere, und ihre Flüſſigkeit noch unterhalte. Mehr davon breite das Waſſer in einen größern Raum aus, und zeige ſich durchs Steigen des Thermometers; weniger verurſache,

urſache, daß die Waſſertheile einander unmittelbar berührten, ihre Oberflächen zuſammenhiengen, und eine dichte Maſſe ausmachten. Die Härte des Eiſes zeige hinlänglich, daß die Theile des Eiſes in viel Punkten ſich berührten.

Daß das Waſſer beym Abkühlen ſein Feuer (Wärme) verliert, und davon in einen engern Raum zuſammengeht, zeigte Wilke durch folgenden Verſuch: er hieng zwey Thermometer, eins mit Queckſilber, das andere mit Waſſer gefüllt, an zarten Fäden in ein hohes Glas mit Waſſer, welches er in eine kalte und ſtille Luft an einen Ort, wo das Thermometer 10 Grad unter Null zeigte, ſtellte. Beyde Thermometer fielen nach und nach, als das Waſſer kälter ward, und kamen endlich beyde auf einmal an den Eispunkt. Hier blieb das Waſſerthermometer ſtehen, und begab ſich endlich ein wenig wieder rückwärts hinauf, indem das Queckſilber fortfuhr bis 6 Grad unter 0 zu fallen, aber das Waſſer im großen Glaſe ſtand ganz ungefroren. Hierauf wurde das Glas behutſam in eine Miſchung von Schnee und Salz geſetzt, wodurch vom Boden auf ein ſchönes Blätter- und Sterneis entſtand. Sobald dieß an das Thermometer reichte, verurſachte es einen ſchnellen Eiswuchs, welcher der Skale folgte und ſie umgab, und endlich bis an die Waſſerfläche hinauftrat, wobey auch zugleich das Queckſilber in dem einen aufſtieg, das Waſſer in dem andern aber wieder bis an den Eispunkt niederfiel, da beyde nachher unbeweglich ſtehen blieben, indem die Waſſermaſſe zu dichtem Eiſe zuſammenfror, innerhalb welchem das Waſſerthermometer bisher allemal ungefroren gefunden ward.

Aus dieſen gemachten Entdeckungen ſucht nun Herr Wilke zu zeigen, wie die meiſten Salzarten das Waſſer, in welchem ſie zergehen, abkühlen, und auf welche Art die beträchtliche Kälte, welche alle Salze bey der Vermiſchung mit Schnee oder zerſtoßenem Eiſe hervorbringen, entſtehe. Merkwürdig ſey, daß die feſten Salze mit Schnee ihre Kraft nicht ausüben, bis ſie zu ſchmelzen anfangen, und mit einander aufgelößt werden. Sobald dieß aber erfolge, ſo entſtehe eine heftige Kälte, indem die Miſchung aus den umliegenden Körpern alles Feuer an ſich ziehe, das ſowohl der Schnee, als die Salztheile nöthig hätten, flüſſig zu werden.

Aus denſelben Gründen erkläre es ſich, wie durch wiederholtes Zugießen flüſſiger Geiſter in Schnee das Thermometer ſo weit abgekühlt werden könne, daß ſelbſt das Queckſilber gefriere.

Auch ſey der bekannte und allemal ſehr ſchwer zu erklärende Verſuch nicht größern Schwierigkeiten unterworfen, da eiskalter Salpetergeiſt in eiskaltem Waſſer Wärme mache, aber in faſt gleich kaltem, oder weichem Schnee heftige Kälte. Hiebey werde nämlich das Feuer vom Waſſer abgeſondert, welches es beym Gefrieren hätte verlieren ſollen, aber die Eistheile würden auf einmal geöffnet, den Mangel einzunehmen, den ſie nun als Waſſer bedürften.

Dieſelben Entdeckungen hat auch Herr Black, wie oben ſchon bemerkt worden, gemacht, und zwar noch vor Herrn Wilke; allein ſie ſind erſt im Jahre 1772., nachdem Wilke ſeine ſchon bekannt gemacht hatte, und beſonders durch Crawford's darauf gebaue-

bauete Theorie bekannt geworden [y]). Seine Erfah- rungen, die er machte, ſind folgende:

1. Man nehme Schnee oder Eis, deſſen Kälte unter 32° nach Fahrenh. oder unter 0 nach Reaum. iſt, und bringe es in eine Wärme, welche mehr als zulänglich iſt, es zu ſchmelzen; das Thermometer wird die vermehrte Wärme merklich anzeigen, bis es auf 32° ſteht; dann wird das Eis oder der Schnee zu ſchmelzen anfangen; aber das Waſſer, worin es zer- fließt, wird das Queckſilber nicht über den Froſtpunkt hinauftreiben, bis alles zuſammen geſchmolzen iſt; alsdann wird aber das Thermometer jeden Punkt der vermehrten Wärme anzeigen, und man wird es bald die Wärme annehmen ſehen, welche die es umgebenden Körper haben.

Aus dieſem Verſuche ſcheint zu folgen, daß das Eis nicht aufgehört hat, Wärme anzunehmen, ſo lange das Queckſilber im Thermometer auf einen feſten Punkt blieb; dieſe Wärme konnte aber bey ihrem Aufſteigen nicht merklich ſeyn, weil das feſte Eis einen Theil in ſich ſchluckte, um zu Waſſer zu werden; und da der verſchluckte Theil demjenigen gleich war, welchen die das Waſſer umgebenden Körper mittheilten, ſo mußte während dieſer Zeit der Stand des Queckſilbers im Thermometer gleich bleiben.

2. Man nehme Waſſer, deſſen Wärme über 32° nach Fahrenh. iſt, und bringe es in eine Kälte, die ſtrenger iſt, als zum Gefrieren nöthig wäre. Der Wär- memeſ-

y) *Rozier* obſervations &c. ſecond. an. Tom. II. P. I. Paris 1774. 8. p. 156 — 166. überſ. in Crells neueſt. Entdeck. der Chemie. B. IX. S. 218 f.

momeſſer wird die verſchiedenen Stufen der Erkältung in dem Waſſer anzeigen, bis das Queckſilber auf 32° ſteht; auf dieſem Punkte wird es bleiben, bis das Waſſer ganz gefroren iſt; eben ſo gewiß iſt es, daß während dem Gefrieren alle Körper um das Waſſer herum nach und nach einige Grade der Wärme verloren haben werden.

Dieſer Verſuch iſt das Gegentheil des erſtern: alle Wärme, welche das Eis eingeſchluckt hatte, um zu Waſſer zu ſchmelzen, tritt in dieſem letztern Falle heraus, damit das Waſſer zu Eis werde. Die Entwickelung und Zerſtreuung der Wärme geſchieht alſo in einem gleichen Verhältniß, als ihr Eintritt in die Körper, welche ſie durchdringt; in beyden Fällen muß das Queckſilber im Thermometer Einen Standpunkt behalten.

3. Nimmt man ſtatt des Waſſers Salz und Waſſer, oder ſetzt dem Waſſer einen andern Körper zu, welcher ſein Gefrieren hindert, und ſtellt das Gemenge, wie beym zweyten Verſuche; ſo wird das mit Salz geſchwängerte Waſſer, nachdem das Queckſilber auf 32° ſteht, immer noch ſtufenweiſe kälter werden, bis es ſeinen eigentlichen Gefrierpunkt erreicht. Das Queckſilber im Thermometer wird die ganze Zeit über, die zu dieſem Gefrieren erfordert wird, auf einem Punkte bleiben.

4. Waſſer in ein wohl zugeſtopftes Gefäß, z. B. in eine Glaskugel eingeſchloſſen, friert oft in einer Kälte unter 32° nach Fahrenheit; eröffnet man das Gefäß, oder ſchüttelt man das Waſſer, ſo gefriert es plötzlich, und treibt in demſelben Augenblick das Queckſilber im Thermometer auf 32°.

Dieſe

Dieſe beyden letzten Verſuche zeigen, daß, was das Gefrieren des Waſſers aufhält, auch die Zerſtreuung ſeiner innerlichen Wärme aufhält; ſie beweiſen, daß zum Gefrieren nothwendig alle dieſe Wärme zerſtreuet ſeyn müſſe.

5. Man miſche Waſſer von verſchiedenem Wärmegrade in gleicher Menge unter einander; der Grad der Wärme, welchen das Thermometer anzeigt, wird immer der mittlere zwiſchen den beyden äußerſten ſeyn; miſcht man hingegen Schnee unter Waſſer, ſo wird es ſich nicht ſo verhalten, ſondern der Grad der Wärme, welchen das Thermometer anzeigt, wird unter dem mittleren ſeyn.

Die Flüſſigkeit mag nun dem Eiſe durch Schmelzen, oder durch eine Art von Auflöſung verſchafft werden, ſo muß nothwendig ein gewiſſes Maaß von Wärme verborgen und eingeſchluckt ſeyn, ſo daß es das Thermometer nicht verändern kann. Alles dieß ſchränkt ſich nicht allein auf Eis ein: Glauber-Salz und anderes Salz löſen ſich im Waſſer auf; ſo wie ſie flüſſig werden, ſchlucken ſie eine Menge empfindbarer Wärme in ſich; man ſagt dann: ſie erzeugen Kälte; ſchüttelt man eine Auflöſung von Glauber-Salz, ſo gerinnt ſie und während dieſes Gerinnens verliert ſie die innere und verborgene Wärme, welche ſie enthält; man ſagt: ſie erzeuge Wärme.

Hieraus laſſen ſich nun folgende Schlüſſe ziehen: Alle Körper ſchlucken ein gewiſſes Maaß von Wärme in ſich, wenn ſie aus dem feſten in den flüſſigen Zuſtand übergehen; und dieſer eingeſchluckten Wärme muß man ihre Flüſſigkeit zuſchreiben.

Kehren ſie wieder von dem flüſſigen in den feſten Zuſtand zurück; ſo verlieren ſie auf eine merkliche Art von dieſer verborgenen Wärme, welche ihre Flüſſigkeit verurſacht, und dieſer Verluſt macht ſie feſt.

Es gibt alſo in allen Flüſſigkeiten eine gedoppelte Wärme; eine empfindbare und eine verborgene; die erſtere wirkt auf die Flüſſigkeit im Thermometer, welche ſie ausdehnt: die andere offenbart ſich nur dadurch, daß ſie z. B. Eis oder Schnee wieder flüſſig macht.

Alſo findet dieſes Einſchlucken der Wärme nicht bloß bey dem Uebergange eines feſten Körpers in einen flüſſigen ſtatt, denn das Waſſer, welches bis 212° nach Fahrenh. warm iſt, ſchluckt noch eine ungeheure Menge aus den uns umgebenden Körpern ein, und verwandelt ſich dadurch in elaſtiſchen Dampf.

Der elaſtiſche Dampf ſcheint bey der Prüfung mit dem Thermometer nicht heißer, als kochendes Waſſer; inzwiſchen wird 1 Pfund Dünſte, wenn es durch den Helm zu dem Waſſer im Kühlfaſſe kommt, ihm mehr Wärme mittheilen, als das gleiche Gewicht kochenden Waſſers.

Beſtimmt man die Menge der empfindbaren Wärme, welche eingeſchluckt wird, um das Waſſer flüſſig zu machen, ſo kann man folgenden Verſuch anſtellen.

6. Man bringe eine Menge Waſſer, welches ſo eben aufgethauet iſt, und eine Menge Schnee, der ſo eben aufthauen will, an einen warmen Ort; das Waſſer wird merklich von Minute zu Minute, und von Stunde zu Stunde mehr Wärme annehmen; hingegen der Schnee keine, bis er geſchmolzen iſt; die-

ſer

ſer Verſuch iſt untrüglich; und ſetzt man die Menge der von dem Waſſer in einer gegebenen Zeit eingeſchluckten Wärme feſt, ſo kann man die Menge berechnen, welche eingeſchluckt wird, um es flüſſig zu machen.

In einem andern Aufſatze [2]) ſuchte nun Herr Wilke eine Methode feſtzuſetzen, nach welcher die Vertheilung der Wärme in den verſchiedenen Körpern beſtimmt gefunden werden könnte. Er glaubte, daß hiezu nichts weiter nöthig wäre, als durch Verſuche auszumachen: wie viel ſchmelzender Schnee erfordert werde, verſchiedene Körper von gewiſſen Graden der Wärme bis zur Eiskälte abzukühlen. Alsdann muß ſich alle Wärme, welche der Körper verliert, in dem geſchmolzenen Schneewaſſer finden, indem man die Menge der Wärme aus der Menge des geſchmolzenen Schneewaſſers weiß. Er bemühete ſich, dieſen Gedanken auszuführen, allein im Anfange ſtieß er dabey auf verſchiedene unerwartete Hinderniſſe. Wie er auch den Verſuch anſtellte, er mochte Schnee an den Körper legen, oder den Körper auf den Schnee, ſo zog ſich allemal das aufgelößte Schneewaſſer ſo ſchnell in den übrigen Schnee, daß es ſchwer, wo nicht unmöglich war, mit gehöriger Genauigkeit zu wiſſen, wie viel Schnee eigentlich im Waſſer zerging; wollte man dieſem dadurch abhelfen, daß man kleinere Portionen nach einander ſchmelzte, ſo ward der Ausſchlag unzuverläſſiger, weil ſo viel Zeit verſtrich und Wärme verloren ging. Dieſen erſten Gedanken des Herrn Wil-

2) Neue Schwediſche Abhandlungen. B. II. S. 49. der deutſch. Ueberſ.

Wilke haben in der Folge die Herren Lavoiſier und la Place durch die Vorrichtung, die ſie Calorimètre nannten, ausgeführt, wie weiter unten erzählt werden ſoll. Da alſo Herr Wilke kein unmittelbares Maaß mit Bequemlichkeit zu ſeiner Abſicht finden konnte, ſo dachte er nun auf eine Methode, welche mehr indirekt, und doch leichter wäre, das zu finden, was er ſuchte, und hiezu gab ihm das genugſame Anleitung, daß er die beſtändige Proportion des Schnees gefunden hatte, der in warmem Waſſer bey ungleichen Graden der Wärme ſchmilzt. In dieſer Abſicht wog er eine eiskalte Maſſe Waſſer ab, ſo ſchwer als der Körper ſelbſt, ſenkte den Körper, der auf einen gewiſſen Grad, beſonders den von 72, erwärmt war, hinein, und erforſchte mit dem Thermometer die Wärme der Miſchung. Dann berechnete er nach Richmann's Regel, wie viel gleich warmes Waſſer nöthig wäre, der Miſchung mit dem eiskalten Waſſer eben den Grad zu geben, und ſodann hieraus nach ſeiner eigenen Regel, wie viel Schnee erfordert wird, die Wärme gänzlich wegzunehmen. Das ſolchergeſtalt gefundene Schneegewicht ließ ſich ſicherer abwiegen, und die Probe damit theils in der Miſchung, theils an dem Körper ſelbſt unmittelbar anſtellen.

Auf ſolche Weiſe verſicherte ſich nun Herr Wilke durch Verſuche mit mancherley Materien, daß die Menge des Feuers bey ſeiner Vertheilung in verſchiedenen Körpern ſich im Allgemeinen weder nach Raum allein, noch nach Dichtigkeit und ſpecifiſchem Gewichte richte; ſondern daß jede Materie, nach ihrer beſondern eigenen und gewiſſen und beſtändigen Anziehung, Geſetze und Proportionen, Feuer und Wärmematerie annimmt, zurückhält und mittheilt. Die Menge hievon,

hievon, in Vergleichung mit andern Körpern, und beſonders dem Waſſer, glaubte nun Herr Wilke mit eben dem Rechte ſpecifiſche Wärme des Körpers zu nennen, wie ſein Gewicht mit dem Gewichte eines andern Körpers von gleichem Volumen ſpecifiſches Gewicht heißt.

Um aber bey dieſer Vergleichung allen Zweydeutigkeiten auszuweichen, macht Wilke einen Unterſchied zwiſchen der ſpecifiſchen Wärme, die er der Materie des Körpers ſelbſt als einer Grundmaterie zuſchreibt, und derjenigen Wärme, welche dem ganzen Körper zukommt, in ſo fern er aus dieſer Grundmaterie beſtehend einen gewiſſen Raum einnimmt. Er unterſcheidet demnach die Fähigkeit der Körper, Wärme aufzunehmen und herzugeben, in ſo fern ſie den Körpern überhaupt ohne Rückſicht auf ihr Volumen eigen iſt, und in ſo fern dabey ihr Volumen oder Größe betrachtet wird. Die Beſtimmung des Verhältniſſes der Körper in Hinſicht des erſtern nennt er eben ſpecifiſche Wärme, in Rückſicht des andern aber relative Wärme.

Herr Wilke ſtellte ſeine Verſuche auf folgende Art an:

1. Der Körper, deſſen Wärme man erforſchen will, wird genau abgewogen,

2. alsdann wird er an einem Faden in eine hohe blecherne Büchſe A hinabgelaſſen, welche voll kochenden Waſſers iſt, und vermittelſt eines empfindlichen Thermometers die Wärme des Körpers erforſcht.

3. Nun wiegt man in einer andern blechernen Büchſe B ſo viel eiskaltes Waſſer ab, als des Körpers Gewicht beträgt.

4. Nach Beendigung dieſes Abwägens zieht man den Körper ſchnell aus dem warmen Waſſer in A, und ſenkt ihn in das eiskalte in B, läßt ihn auch da an ſeinem Faden hängen, ohne den Boden und die Wände zu berühren.

5. Hiernächſt wird ein empfindliches Thermometer in dieſe Miſchung gelaſſen, und der Grad bemerkt, nachdem das obere und untere Waſſer mit dem Körper einerley Wärme erhalten hat.

6. Dieſen Verſuch wiederholt man, ſo oft es die Wärme des Waſſers in der Büchſe A zuläßt, und unterſucht dabey zugleich des Körpers ſpecifiſches Gewicht in eben dem Waſſer bey verſchiedener Wärme.

Es ſey alſo die Wärme des Körpers beym Herausziehen aus der erſten Büchſe A nach dem ſchwed. Thermometer $= c$, der Grad der Miſchung in der Büchſe B, nachdem Körper und Waſſer einerley Temperatur erhalten haben, $= N$, der Grad der Wärme, welchen die Miſchung in B erhält, wenn man ſtatt des Körpers aus A eine gleich ſchwere Waſſermaſſe, ſo warm als der Körper, zum eiskalten in B ſchüttet, nach der Richmann'ſchen Regel

$$x = \frac{MC + mc}{M + m},$$ wo $M = m$ und $c = 0$ geſetzt

$x = \frac{1}{2}c$ gibt, alſo ſo groß, als die Hälfte der Wärme des Waſſers oder des Körpers in der Büchſe A.

Nun wiegen das eiskalte Waſſer in B, und der Körper ſelbſt, gleichviel, mithin verhalten ſich ihre Räume verkehrt, wie die ſpecifiſchen Gewichte. Wenn alſo zu dem eiskalten Waſſer in B ſtatt des Körpers ſelbſt Waſſer aus A käme, welche dieſelbe Wärme beſitzt, und denſelben Raum einnähme als der Körper,

ſo

ſo muß ſich der Raum des eiskalten Waſſers zu dem Raume des warmen Waſſers aus A wie des Körpers ſpecifiſches Gewicht zu dem des Waſſers verhalten, und eben ſo verhalten ſich die Maſſen oder Gewichte dieſes Waſſers. Sind alſo die Maſſen = M und m, des Körpers ſpecifiſches Gewicht = g, ſo iſt

$$m : M = 1 : g;\ \text{alſo}\ m = \frac{M}{g},\ \text{und}$$

wenn man die Maſſe des kalten Waſſers, oder des Körpers Gewicht = 1 ſetzt, $m = \frac{1}{g}$. Dieſe Werthe in die Formel der Richmannſchen Regel geſetzt, wo $M = 1$, $C = 0$; $m = \frac{1}{g}$ wird, gibt für

$$x = \frac{c}{g + 1}\ \text{d. h.}$$

der Grad der Miſchung wird gefunden, wenn man den Grad Wärme c durch des Körpers ſpecifiſchem Gewichte um Eins vermehrt dividirt.

Endlich ſucht man die Menge des Waſſers aus A, welches mit dem Körper einerley Wärme hat, die nach Verhältniß des Körpers oder des kalten Waſſers in B erfordert wird, damit in der Miſchung eben der Grad Wärme N entſteht, welchen der Körper ſelbſt erhalten hat. Zu dieſem Ende braucht man nur in der Richmannſchen Regel $x = N$, $M = 1$ und $C = 0$ zu ſetzen, und man hat

$$\frac{mc}{1 + m} = N,\ \text{alſo}$$

$$N + mN = mc,\ \text{oder}\ N = m(c - N)\ \text{und}$$

$$m = \frac{N}{c - N}$$

und

und dieſer Ausdruck gibt die ſpecifiſche Wärme des eingetauchten Körpers an.

Herr Wilke zog aus ſeinen Verſuchen folgende Schlüſſe:

1. Die proportionirliche Menge des warmen Waſſers, die eiskaltem Waſſer ſo viel Wärme gibt, als der Körper, fand ſich bey allen ungleichen Graden der Wärme beynahe immer gleich und beſtändig. Es ward z. B. allemal $\frac{1}{19}$ vom Gewicht des Goldes erfordert, ſowohl bey 73 als bey 35 Grad Wärme. Folglich iſt die ſpecifiſche Wärme der Materie des Körpers oder der Theilchen immer einerley, und unverändert dieſelbe, wie auch die Menge der abſoluten Wärme in den Körpern nach den Graden des Thermometers abgenommen oder zugenommen hat.

2. Daß jede Materie, aus welcher Körper beſtehen, ihr beſonderes eigenes, ſpecifiſches und beſtändiges Vermögen hat, die Feuer- und Wärmematerie, oder die abſolute Wärme, nach gewiſſer Menge und Verhältniß anzunehmen, zu behalten, und wieder mitzutheilen.

Die relative Wärme erhält man, wenn die ſpecifiſche Wärme mit dem ſpecifiſchen Gewichte des Körpers multiplicirt wird; ſie iſt alſo $= \frac{N}{c - N} \cdot g.$

Faſt dieſelbe Methode gebrauchten die Herren Black und Irwine, nur war ſie abgekürzter und auf eine eigene Betrachtung gegründet. Setzt man nämlich die Maſſen zweyer Subſtanzen M und m, ihre Temperaturen C und c, die Wärmemengen, welche jeder Subſtanz zugeführt werden müſſen, um ihre

Tem-

Temperatur um 1 Grad zu erhöhen, μ und ν, und die Temperatur ihrer Miſchung $= x$, ſo wird der wärmere Körper, der um $C - x$ Grade erkaltet wird, und für jeden Grad μ verliert, in ſeiner ganzen Maſſe zuſammen $M\mu(C - x)$ verlieren; dagegen wird der kältere, welcher um $x - c$ Grade erwärmt wird, und für jeden Grad ν Wärmemengen erhält, in ſeiner ganzen Maſſe m zuſammen $m\nu(x - c)$ gewinnen. Nun wird aber vorausgeſetzt, daß gar keine freye Wärme verloren gehe, ſondern vielmehr die Wärmemengen vor und nach der Miſchung ſich gleich bleiben; woraus alſo folgt, daß der Verluſt des wärmern Körpers genau ſo groß ſeyn müſſe, als der Gewinn an Wärme, den der kältere erhält; folglich iſt

$$M\mu(C - x) = m\nu(x - c), \text{ und}$$
$$\mu : \nu = m(x - c) : M(C - x).$$

Könnte man ferner annehmen, daß μ und ν für einen jeden Grad gleich viel betragen, ſo würden die Wärmemengen, welche nöthig wären, um die Temperatur beyder Körper gleich viel zu ändern, oder ihre ſpecifiſche Wärme, in dem Verhältniſſe $m(x - c) : M(C - x)$, und wenn die Maſſen M und m gleich ſind, in dem Verhältniſſe

$$x - c : C - x \text{ ſeyn, d. h.}$$

Die ſpecifiſchen Wärmen zweyer Körper von gleichen Maſſen ſind im verkehrten Verhältniſſe des Unterſchieds zwiſchen der freyen Wärme ihrer Miſchung (x) und der freyen Wärme eines jeden vor der Miſchung (C und c) [a]).

Wird

a) *Magellan* eſſay ſur la nouvelle theorie du feu élementaire et de chaleur des corps. à Lond. 1780. 4.

Wird die ſpecifiſche Wärme des Waſſers = 1 geſetzt, ſo erhält man für jede Subſtanz, wenn die andere, das Waſſer, von der Temperatur c iſt, die ſpecifiſche Wärme = $\frac{m(x-c)}{M(C-x)}$, die relative = $\frac{m(x-c)}{M(C-x)} \cdot g$. Nimmt man nun nach Wilkens Methode die Temperatur c = 0, und die Maſſen M und m einander gleich, ſo verwandelt ſich dieſer Ausdruck in

$\frac{x}{C-x}$, wie Wilke gefunden hat.

Black und Irwine miſchten ein Quartier ſiedendes Waſſer mit einem Quartier eiskaltes Queckſilber, und fanden die Temperatur der Miſchung 140° Fahrenh. = x. Da hier alſo die Maſſen ungleich ſind, und das ſpecifiſche Gewicht des Queckſilbers 14 mal größer als das des Waſſers iſt, ſo iſt M = 14, und m = 1. Alſo wird das Verhältniß der ſpecifiſchen Wärme des Queckſilbers und des Waſſers

$$1.(140-214):14\,(32-140) = 72:14.108 = 1:21.$$

Dieſen Verſuch ſollen die Herren vor Wilken zu Glasgow gemacht haben.

Nach dieſen Grundſätzen hat man die ſpecifiſchen Wärmen mehrerer ungleichartiger Subſtanzen unterſucht, und die Reſultate derſelben in Tabellen gebracht. Einer von den erſten, welcher mit vieler Sorgfalt die ſpecifiſche Wärme verſchiedener Körper zu beſtimmen geſucht hat, war Crawford [b]). Er nannte ſie com=

b) Verſuche und Beobachtungen über die thieriſche Wärme und die Entzündungen brennbarer Körper mit Morgan's Erin=

comparative Wärme, Capacität für Wärme. Noch mehr beſchäftigte ſich aber Kirwan mit dieſem Gegenſtande, und brachte zuerſt die Reſultate in eine vollſtändige Tabelle, welche er ſeinem Freunde Magellan mittheilte, der ſie in der angeführten Schrift bekannt machte. Eine noch vollſtändigere Tabelle findet ſich beym Bergmann [c]), und aus ſelbigem beym Baader [d]). Die Herren Lavoiſier und la Place [e]) haben die Angaben der Tabellen noch mehr zu berichtigen geſucht. Dieſe Herren bemerken zuförderſt ganz richtig, daß die Methoden der Herren Wilke und Black in der Ausübung einer Menge Unbequemlichkeiten unterworfen ſind, welche merkliche Irrungen in den Ausſchlägen bewirken können. Die Mengung der Stoffe, deren ſpecifiſches Gewicht verſchieden iſt, z. B. des Waſſers und Queckſilbers, iſt ſo ſchwer zu verrichten, daß man verſichert ſeyn kann, daß alle ihre Theile den nämlichen Grad der Wärme beſitzen; dann muß man auch Rückſicht auf die Wärme nehmen, welche durch die Gefäße und die Atmoſphäre entzogen wird, während der Wärmegrad des Gemenges zur Einförmigkeit gelangt, welches eine ſchwierige Rechnung erfordert. Man kann überdem die Stoffe, welche eine chemiſche Wirkung auf einander äußern, auf dieſem Wege nicht geradezu mit einander vergleichen, ſondern muß ſie als-

dann

Erinnerungen wider die Theorie des Herrn Crawford's. Leipz. 1785. 8.

c) De attract. electr. in opuſcul. Vol. III. p. 437.

d) Vom Wärmeſtoff. S. 129 f.

e) Mémoir. ſur la chaleur in den mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. à Paris 1780. p. 355 ſq. Lavoiſier phyſikal. chemiſche Schriften durch Weigel. B. III. S. 292 f.

dann mit einem dritten Stoffe vergleichen, auf welchen ſie keine Wirkung äußern, und gibt es keinen ſolchen Stoff, ſo muß man ſie mit zweyen oder wohl gar mit mehreren vergleichen, welches mit der Vervielfältigung der durch einander zu beſtimmenden Verhältniſſe die Irrungen der Ausſchläge vervielfältigt. Ferner würden dieſe Methoden beynahe unanwendbar ſeyn, wenn man die durch dieſe Verbindungen bewirkte Kälte oder Wärme wiſſen wollte, und ſie ſind durchaus unzureichend, diejenigen, welche das Verbrennen und das Athmen entbinden, zu beſtimmen.

Alle dieſe Schwierigkeiten haben die Herren Lavoiſier und la Place auf eine ſinnreiche Art größtentheils durch die Erfindung ihres Calorimeters aus dem Wege geräumt. Dieſe lateiniſch griechiſche Benennung entſchuldigen ſie damit, daß es bey wiſſenſchaftlichen Gegenſtänden erlaubt ſey, die Reinigkeit der Sprache zu verletzen, wenn auf ſolche Art die Begriffe eine größere Deutlichkeit erhielten. Die Einrichtung dieſes Calorimeters gründet ſich auf folgende Grundſätze. Wenn man einen Körper, der eine Temperatur von 32° Fahrenh. hat, einer Temperatur von 88° ausſetzt, ſo erwärmt ſich derſelbe allmählig an ſeiner Oberfläche nach ſeinem Mittelpunkte zu, bis er eine Temperatur von 88°, wie das ihn umgebende Mittel, erhält. Ein Stück Eis, das man in eine Temperatur von 88° Fahrenh. bringt, erwärmt ſich nicht, ſondern ſeine Temperatur bleibt immer auf 32° ſtehen, d. h. auf dem Gefrierpunkte, und dieß ſo lange, bis das Eis geſchmolzen iſt. Stellt man ſich nun vor, eine Kugel von Eis befinde ſich in einer Temperatur von 54° Fahrenh., und in der Mitte dieſer Kugel ſey ein erwärmter Körper, ſo folgt, daß der

der äußere Wärmeſtoff nicht durch das Eis in den innern Theil der Kugel wird eindringen können, ſondern der innere Wärmeſtoff wird beſtändig auf einander folgende Schichten Eis ſchmelzen, ſo lange bis die Temperatur des in dem Mittelpunkt der Kugel enthaltenen Körpers = 32° ſeyn wird. Sammelt man nun alles das Waſſer, welches geſchmolzen wird, während der Körper im Mittelpunkte der Kugel von ſeiner Temperatur bis zum 32° des Thermometers gelangte, ſo wird das Gewicht deſſelben mit der Menge des Wärmeſtoffs, den der Körper während ſeiner Erkältung verloren hat, genau im Verhältniſſe ſtehen. Denn durch zweymal ſo viel Wärmeſtoff wird zweymal ſo viel Eis geſchmolzen. Daher iſt die Menge des geſchmolzenen Eiſes ein Maaß der Menge des Wärmeſtoffs, durch welchen daſſelbe geſchmolzen wird.

Die Einrichtung des Calorimeters iſt nun folgende: Die fig. 17. ſtellt denſelben im vertikalen Durchſchnitt vor. Der ganze innere Raum hat drey Abtheilungen, welche man das innere, mittlere und äußere Fach benennen kann. Das innere Fach ffff iſt mit Eiſendrath wie ein Gitter begrenzt, welches durch Stützen von dem nämlichen Grade getragen wird. Sein oberer Theil wird durch einen Deckel (fig. 18.) verſchloſſen, welcher oben ganz offen iſt, unten ſtatt des Bodens ein Netz von Drath beſitzt, und ſich mittelſt eines darauf befindlichen Griffs abheben läßt, damit ſich die zum Verſuche beſtimmten Körper in das innere Fach bringen laſſen.

Das mittlere Fach (fig. 17.) bbbb wird mit Eis angefüllt, ſo daß der in dem innern Fache enthaltene Körper ganz damit umgeben iſt. Dieſes wird von dem Roſte (fig. 19.) mm getragen, unter wel-

chem das Haarſieb nn befindlich iſt. So wie nun die Wärme, welche aus dem Körper in dem innern Fache ausſtrömt, das Eis ſchmilzt, ſo fließt das Waſſer durch den Roſt und das Haarſieb, nachher läuft es an dem Kegel (fig. 17.) ccd und der Röhre xy herunter, und ſammelt ſich in einem unter der Maſchine ſtehenden Gefäße. Durch den Hahn u läßt ſich das Abfließen des Waſſers nach Belieben verhindern.

Das äußere Fach aaaa endlich iſt ebenfalls dazu beſtimmt, Eis aufzunehmen, welches die Einwirkung der Wärme der äußern Luft und der umgebenden Körper abzuhalten dient; dieß aufgethauete Eiswaſſer läuft durch eine eigene Röhre ST, welche man mittelſt des Hahns r öffnen kann, in ein eigenes Gefäß. Uebrigens iſt noch die ganze Maſchine mit dem Deckel (fig. 20.) FF bedeckt, welcher oben offen iſt, um Eis über ſeinen Boden legen zu können. Alles iſt aus verzinntem Eiſenbleche verfertigt, und mit Oel beſtrichen, um es vor dem Roſt zu bewahren.

Bey jedem Verſuche wird das ganze mittlere Fach mit Eis angefüllt, das man hineinpreßt, ſo wie auch das äußere Fach damit angefüllt wird. Hierauf bringt man den Körper, womit der Verſuch angeſtellt werden ſoll, ſchnell in das innere Fach, ſetzt den Deckel über die Maſchine, wartet ſo lange, bis der ganze Körper erkältet iſt, und wiegt dann das geſchmolzene Waſſer.

Um zu erforſchen, ob zwiſchen dem äußern und mittleren Fache eine Gemeinſchaft ſtatt habe, welches aufs ſorgfältigſte vermieden werden muß, darf man nur das äußere Fach mit Waſſer anfüllen, und

beob-

beobachten, ob etwas davon durch die Röhre xy herauströpfelt.

Die Verſuche müſſen nur alsdann angeſtellt werden, wenn die Temperatur der Atmoſphäre über 32° iſt. Denn der äußere Wärmeſtoff kann bey der Temperatur über 32° Fahrenh. wegen des in dem äußern Fache enthaltenen Eiſes nicht in das mittlere Fach gelangen. Aber bey einer Temperatur unter 32° Fahrenheit könnte dieß geſchehen, weil das Eis, ſo lange es ſolches bleibt, fähig iſt, verſchiedene Temperaturen anzunehmen. Auch das Eis, das man zu den Verſuchen gebraucht, darf nicht unter 32° ſeyn. Am beſten thut man, die Verſuche in einer Temperatur von 39° bis 41° Fahrenh. anzuſtellen; ſonſt entſteht durch die Röhre, durch welche das Waſſer ausläuft, ein Luftzug, welcher den Verſuch unrichtig machen könnte.

Das innere Eis enthält beſtändig eine kleine an ſeiner Oberfläche hangende Menge von Waſſer, und man könnte glauben, daß dieſes Waſſer mit zu dem Reſultate der Verſuche gerechnet werden müßte; allein man muß erwägen, daß zu Anfange eines jeden Verſuchs das Eis ſchon alle Quantität Waſſer eingeſogen hat, welche es in ſich nehmen kann, ſo daß, wenn ein vom Körper geſchmolzenes Eistheilchen an dem innern Eiſe hangen bleibt, ſich dieſelbe Quantität Waſſer, welche anfänglich an der Oberfläche des Eiſes hing, losmachen, und ins Gefäß fließen muß, indem ſich die innere Oberfläche des Eiſes beym Verſuche ſehr wenig ändert.

Man ſetze nun, zwey Maſſen M und m von den Temperaturen T und t würden nach und nach in das innere Fach gebracht, welches mit einer Maſſe

von Eis, wie eine Eiskugel umgeben wäre, und ſo lange darin gelaſſen, bis ihre Temperaturen auf den Froſtpunkt erkaltet ſind; es entſteht alsdann die Frage: wie werden ſich die ſpecifiſchen Wärmen α und β (d. h. die Mengen, welche ſich bey gleichen Maſſen und gleichen Temperaturen während der Erkältung geſchmolzen haben würden) verhalten, wenn ſie die Mengen Eis A und a ſchmelzen?

Für $M = m$ iſt $A : a = \alpha : \beta$
Für $\alpha = \beta$ iſt $A : a = T : t$
Für $T = t$ iſt $A : a = M : m$, mithin
$A : a = \alpha TM : \beta tm$, d. h.

da jeder Körper eine deſto größere Menge von Eis ſchmilzt, je mehr Maſſe er beſitzt, je höher ſeine Wärme über den Froſtpunkt ſteigt, und je mehr Wärme er bey gleicher Verminderung der thermometriſchen Wärme abſetzt; ſo ſind die geſchmolzenen Mengen von Eis im zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Maſſen, Temperaturen (über dem Froſtpunkte) und ſpecifiſchen Wärmen. Hieraus folgt nun

$$\alpha : \beta = \frac{A}{TM} : \frac{a}{tm}$$

Läßt man alſo ein für allemal die Maſſe m Waſſer bedeuten, deſſen ſpecifiſche Wärme $\beta = 1$ iſt, und daß bey 60° Reaum. eine gleich große Eismaſſe ſchmilzt, ſo iſt $t = 60$, $a = m$, mithin

$$\alpha = \frac{60\,A}{MT}$$

Exemp. 7,707 Pfund Eiſenblech von der Temperatur 78° Reaum. haben 1,102 Pfund Waſſer geſchmolzen. Hieraus findet ſich die ſpecifiſche Wärme des Eiſenblechs $= \frac{60 . 1,120}{7,707 . 78} = \frac{11,02}{100,19} = 0,10999$

Um

Um die ſpecifiſche Wärme der Flüſſigkeiten, z. B. der Salpeterſäure, zu beſtimmen, werden dieſe in einen Kolben gethan, welcher mit einem Korke verſtopft iſt, durch den ein Thermometer geht, deſſen Kugel in der Flüſſigkeit ſteht. Dieß Gefäß bringt man in ſiedendes Waſſer, und wenn nun das Thermometer zeigt, daß die flüſſige Materie den gehörigen Wärmegrad angenommen hat, ſo zieht man den Kolben heraus und bringt ihn in das innere Fach des Calorimeters. Wenn nun die ſpecifiſche Wärme des Gefäßes bekannt iſt, ſo wird ſich auf dieſelbe Art die ſpecifiſche Wärme der flüſſigen Materie beſtimmen laſſen. Man muß nämlich von der geſchmolzenen Waſſermenge ſo viel abziehen, als durch die Erkaltung des Gefäßes allein geſchmolzen iſt. Setzt man die Maſſe des Gefäßes $= \mu$, ſeine ſpecifiſche Wärme $= \gamma$, die Temperatur, zu welcher das Gefäß mit der darin enthaltenen flüſſigen Materie gekommen iſt, $=$ T, ſo wird die durch Erkaltung des Gefäßes allein geſchmolzene Waſſermenge $= \frac{\mu T \gamma}{60}$ ſeyn. Bezeichnet man die ganze geſchmolzene Waſſermenge durch C, ſo ergibt ſich

$$A = C - \frac{\mu T \gamma}{60}, \text{ und}$$

$$\alpha = \frac{60 A}{MT} = \frac{60 C - \mu T \gamma}{MT}$$

Exemp. 4 Pfund Salpeterſäure in einen $\frac{17}{32}$ Pfund ſchweren Kolben, zuſammen 80 Grad warm, im Calorimeter bis 0 abgekühlt, haben 3,6640625 Pfund geſchmolzen; die ſpecifiſche Wärme des Gefäßes iſt 0,7929; ſo gibt die Formel die ſpecifiſche Wärme der Salpeterſäure

$$\alpha = \frac{60 . 3,6640625 - \frac{17}{32} . 0,1929}{4 . 80} = 0,661391.$$

Wenn man diejenige Wärme beſtimmen will, welche bey chemiſchen Verbindungen gewiſſer Subſtanzen entbunden wird, ſo bringt man dieſe Subſtanzen nebſt dem Gefäße, welches ſie enthalten ſoll, insgeſammt zur Temperatur 0, vermengt ſie alsdann im innern Fache des Calorimeters, wo ſie ſich erhitzen, und bis zur Zurückkunft ihrer Temperatur auf 0 eine gewiſſe Eismenge ſchmelzen, welche das Maaß der entbundenen Wärme iſt. Auch haben die Erfinder Formeln angegeben, nach welchen man den bey gewiſſen Verbindungen bewirkten Grad der Kälte, ſo wie das Maaß derjenigen Wärme finden kann, welche die Körper bey ihrer Schmelzung binden, und bey ihrem Geſtehen frey machen.

Um diejenige Wärme zu beſtimmen, welche ſich beym Verbrennen und Athmen entwickelt, müſſen die Körper in dem innern Fache verbrennen und Athem holen, wobey aber die Erneuerung der Luft erforderlich iſt. Zu dieſer Abſicht haben ſich die Erfinder eine beſondere Maſchine verfertigen laſſen, welche von der gewöhnlichen nur dadurch unterſchieden war, daß der Deckel zwey Löcher hatte, wodurch zwey kleine Röhren gingen, die zur Gemeinſchaft der innern und äußern Luft dienten; vermittelſt derſelben konnte man atmoſphäriſche Luft hineinblaſen, um die Verbrennung zu unterhalten. Bey ſolchen Verſuchen, wenn ſie richtige Reſultate geben ſollen, muß die Temperatur der äußern Luft = 0, oder doch wenig davon verſchieden ſeyn. Zu dem Ende muß die Röhre, welche die Luft zubringt, durch das zerſtoßene Eis quer durchgehen,

gehen, damit die Luft in das Innere zu der Temperatur Null gelange. Auch muß diejenige Röhre, welche die Luft ausführt, durch geſtoßenes Eis gehen; das leztere Eis muß aber im Fache ffff enthalten seyn, und das davon abfließende Waſſer muß einen Theil des aufgeſammelten ausmachen, indem die Wärme, die die Luft vor ihrem Ausgange erhält, einen Theil von dem zu ſuchenden Reſultate ausmacht.

Eine größere Schwierigkeit findet ſich bey Beſtimmung der ſpecifiſchen Wärmen der Gasarten; denn würden ſie bloß, wie andere Flüſſigkeiten, in Gefäßen eingeſchloſſen, ſo würde die Menge des geſchmolzenen Eiſes ſo wenig ausmachen, daß der Verſuch ungewiß ausfiele. Demnach bedienten ſich die Erfinder hiezu zweyerley Serpentinen, oder ſpiralförmig gewundener Röhren. Durch die erſte, welche ſich in einem mit ſiedendem Waſſer gefüllten Gefäße befand, ward die Luft erwärmt, ehe ſie ins Calorimeter kam; ein zweytes am andern Ende zeigte an, was für eine Wärme die Luft beym Ausgange beſaß. Auf ſolche Art konnten ſie beſtimmen, wie viel Eis durch eine gewiſſe Menge der verſchiedenen Gasarten dadurch geſchmolzen ward, daß ſie um eine gewiſſe Anzahl Grade kälter wurde. Dieß nämliche Verfahren kann angewendet werden, wenn man diejenige Wärmemenge meſſen will, welche ſich bey der Verdichtung der Dämpfe verſchiedener Flüſſigkeiten entwickelt.

Lavoiſier und la Place haben bey den Reſultaten ihrer Verſuche diejenige Wärme, welche zur Schmelzung des Eiſes erforderlich iſt, = 60 Grad der Skale von 80 Graden oder = $\frac{3}{4}$ von derjenigen Wärme angenommen, welche ein gleiches Gewicht Waſſer vom Eispunkte bis zum Siedpunkte erheben

 könnte.

könnte. Nach Wilken's Verſuchen iſt ſie nun 72 Grade der Schwediſchen Skale ($57\frac{3}{4}$ Reaum.), nach Black 140° Fahrenh. ($62\frac{2}{9}$ Reaum.), daß mithin die hier angenommene Beſtimmung ziemlich das Mittel hält. Weigel bemerkt hiebey, daß ſich ſelbſt nach Wilken's Verſuchen 73 bis 74 Grade ($58\frac{2}{5}$ bis $59\frac{1}{5}$ Reaum.) annehmen laſſe, und der noch übrige Unterſchied vielleicht daher rühren könne, daß Wilke Schnee, Lavoiſier und la Place aber Eis gebraucht hätten.

Herr Gren f) bemerkt, daß alle dieſe Methoden, die ſpecifiſchen Wärmen der verſchiedenen Körper zu beſtimmen, eine große Genauigkeit vorausſetzten, wenn die Reſultate nicht zu viel von der Wahrheit abweichen ſollten. Man müſſe dabey Queckſilberthermometer gebrauchen, welche nicht allein ſehr genau, ſondern auch ſehr empfindlich ſeyn müßten; ferner müſſe auch diejenige Wärme, welche während der Vermengung an die umgebende atmoſphäriſche Luft abgeſetzt werde, mit in Rechnung gebracht werden; die kältere Subſtanz müſſe die Temperatur der Luft im Zimmer haben, damit ſie beym Hinzubringen zu der wärmern nichts davon verliere; außerdem aber müſſe die ſpecifiſche Wärme des Gefäßes, worin die Mengung vorgenommen werde, gehörig beſtimmt, und der Einfluß deſſelben in Anſchlag gebracht werden; endlich müſſe man die Unterſchiede der ſehr niedrigen Temperaturen ſowohl, als der ſehr großen vermeiden, und die Volumina der Körper ſo viel als möglich gleich nehmen. Eine Hauptregel dabey aber ſey, keine ſolchen Subſtanzen mit einander zu vermengen, welche eine chemiſche Wirkung auf

f) Grundriß der Naturlehre. Dritte Ausg. §. 552. Anm.

auf einander äußern, ſich wechſelſeitig auflöſen, oder ihre Form ändern, oder ein zuſammengeſetztes neues Produkt geben, weil dabey aus den Körpern ſelbſt Wärme frey oder verſchluckt werden könne, welche die Temperaturen entweder erhöheten oder verminderten. Wegen der Nichtbeobachtung dieſer Hauptregel ſeyen daher bey Crawford's Erfahrungen diejenigen Reſultate zu verwerfen, welche er bey der Beſtimmung der comparativen Wärme der Metallkalke, der Aſche, des Holzes, der brennbaren Luft, des Weitzens, der Hafergrütze, der Bohnen, der Gerſte, des Bluts, des Fleiſches u. ſ. f. herausbringe; eben ſo auch diejenigen Reſultate, welche Andere bey der Vermiſchung von Waſſer mit Salzen, Säuren, Alkohol und Eis erhalten haben.

Folgendes Verzeichniß der ſpecifiſchen Wärmen verſchiedener Körper enthält die vorzüglichſten Reſultate, wobey die ſpecifiſche Wärme des Waſſers als Einheit angenommen iſt.

		Specifiſche Wärme.		
	ſpecifiſches Gewicht	bey gleichem Gewichte	bey gleichem Volumen	
Waſſer -	1,000	1,000	1,000	
Gold - -	19,040	0,050	0,966	Wilke
Bley - -	11,456	0,042	0,478	—
Silber -	10,001	0,082	0,833	—
Wismuth -	9,861	0,043	0,427	—
Kupfer -	8,784	0,114	1,027	—
Meſſing -	8,356	0,116	0,971	—
Eiſen - -	7,876	0,126	0,993	—
Zinn - -	7,380	0,060	0,444	—
Zink - -	7,154	0,120	0,735	—
Spiesglaskönig	6,170	0,063	0,390	—
Agath - -	2,643	0,195	0,517	—

	ſpecifiſches Gewicht	Specifiſche Wärme. bey gleichem Gewichte	bey gleichem Volumen	
Weißes Glas	2,386	0,178	0,448	Wilke.
Queckſilber -	14,000	0,047	0,658	Black.
Flintglas -	3,329	0,174	0,597	Crawford.
Terpentinöl -	0,792	0,472	0,373	—
Baumöl -	0,913	0,710	0,648	—
Leinöl - -	0,928	0,528	0,490	—
Schwefel -	1,800	0,183	0,329	—
roher Kalkſtein	-	0,256		
gebrannter Kalk	-	0,245		
atmoſphäriſche Luft	-	1,796		
Lebensluft -	-	4,749		
phlogiſtiſirte Luft	-	0,793		
fixe Luft -	-	1,045		

Die Herren Lavoiſier und la Place fanden durch ihr Calorimeter die ſpecifiſchen Wärmen verſchiedener Körper alſo:

Gemeines Waſſer - - -	1
Eiſenblech - - - - - -	0,109985
Kryſtallglas, ohne Bleygehalt -	0,1929
Queckſilber - - - - -	0,029
Ungelöſchter Kalk - - -	0,21689
Waſſer und ungelöſchter Kalk im Verhältn. 9:16 - - - - - -	0,439116
Vitriolöl vom ſpecif. Gewicht 1,87058	0,334597
Vitriolöl und Waſſer im Verhältn. 4:3	0,603162
Vitriolöl und Waſſer im Verhältn. 4:5	0,663102
Rauchender Salpetergeiſt am ſpecifiſch. Gewicht 1,29895 - - -	0,661391
Ein Theil Salpeterſäure mit 8 Theilen Waſſer - - - - -	0,8167

Fer=

Ferner fanden dieſe beyde Herren folgende geſchmolzene Eismengen, ſo von einem Pfunde der Miſchung zergingen:

	Pf.	Unz.	Qu.	Gr.
Vom Vitriol und Waſſer im Verhältn. 4:3 - -	—	14	2	62
Vitriol und Waſſer im Verhältn. 4:5 - - - -	—	12	6	48
Waſſer und ungelöſchter Kalk im Verhältn. 9:16 -	1	8	3	60
Salpeterſäure und ungel. Kalk im Verhältn. $9\frac{1}{3}$:1 -	1	—	2	—

imgleichen folgende Mengen, ſo durch Verbrennungen und thieriſche Wärme zerſchmolzen

	Pf.	Unz.	Qu.	Gr.
Durch Verpuffung 1 Unze Salpeter mit $\frac{1}{3}$ Unze Kohlen	—	12	—	—
Durch Verpuffung 1 Unze Salpeter mit 1 Unze Schwefelbl.	2	—	—	—
Durch Verbrennen 1 Unze Phosphors - - -	6	4	—	48
Durch Verbrennung 1 Unze Vitrioläther - - -	4	10	2	36
Durch Verbrennung 1 Unze Kohle	6	2	—	—
Durch die Wärme eines Meerſchweinchens in 10 Stunden	—	13	1	$13\frac{1}{2}$

Die Erfinder des Calorimeters bemerken hierbey, daß dieſe Angaben keinesweges, wie man vielleicht glauben könnte, Verhältniſſe der abſoluten Wärmemengen ausdruckten, ſondern ſie gäben bloß die Verhältniſſe der Unterſchiede von Wärmemengen an, welche nöthig wären, um die Temperaturen verſchiedener Körper durch gleiche Grade zu erhöhen. Auf abſolute Wärmemengen zu ſchließen, würde nur alsdann er-

laubt

laubt ſeyn, wenn man gewiß überzeugt wäre, daß dieſe Unterſchiede durch alle mögliche Grade der Temperatur in einem beſtändigen Verhältniſſe blieben. Hiebey müßte aber nothwendig unterſucht werden, ob die geſchmolzenen Eismengen bey einer Abkühlung von 300 bis 400 Grad noch in dem nämlichen Verhältniſſe blieben, in welchem ſie bey Abkühlungen von 60 bis 80 Graden ſich befinden u. ſ.

Uebrigens behaupten die Herren Lavoiſier und la Place, daß die angeführten Reſultate mit Wilken's ſpecifiſchen Wärmen einerley wären; denn Lavoiſier ſagt ausdrücklich, die gefundene geſchmolzene Waſſermenge, dividirt durch das Produkt der Maſſe des Körpers in die Anzahl ſeiner Grade der anfänglichen Temperatur über Null, werde mit dem, was die engliſchen Phyſiker ſpecifiſche Wärme nennten, in gleichem Verhältniſſe ſtehen. Dieſe Behauptung würde aber nur alsdann gegründet ſeyn, wenn ſich die Fähigkeit des Körpers für Annahme und Entbindung der Wärme während des Verſuchs nicht änderte, und dabey keine verborgene Wärme frey geworden iſt, welche vorher zur Verwendung und Erkaltung der elaſtiſchen Form oder des flüſſigen Zuſtandes erforderlich war. Schwerlich läßt ſich aber dieß bey jedem Verſuche mit dem Calorimeter annehmen.

Auch verſuchte la Place aus derjenigen Wärme, welche ſich bey chemiſchen Verbindungen verſchiedener Subſtanzen entwickelt, auf das Verhältniß der abſoluten Wärmemenge des Waſſers bey der Temperatur Null zu derjenigen, welche ſeine Temperatur um 1 Grad erhöhen kann, zu ſchließen, indem er annimmt, daß die fühlbare Wärme vor und nach der Miſchung einerley ſey, und daß ſich die abſoluten Wärme-

Wärmemengen wie die ſpecifiſchen verhalten. Auf dieſe Art findet er eine Formel, welche die abſolute Wärmemenge des Waſſers ausdruckt, wenn die Menge des durch Abkühlung der Miſchung geſchmolzenen Eiſes, imgleichen die gemiſchten Maſſen, nebſt ihren und der Miſchung ſpecifiſchen Wärmen, bekannt ſind. Allein bey der wirklichen Anwendung der Formel auf die angeſtellten Verſuche finden ſich die Werthe der abſoluten Wärmemengen im Waſſer ungemein verſchieden, und der Verſuch der Miſchung von Salpeterſäure und ungelöſchtem Kalk gibt ſogar einen negativen, alſo phyſiſch unmöglichen Werth. La Place erinnert zwar, daß dieſe Widerſprüche von geringen Fehlern in den Verſuchen herrühren könnten; doch ſcheint er endlich ſelbſt zu geſtehen, daß die eigentliche Urſache in der Unrichtigkeit der Vorausſetzungen beruhe, und daß folglich entweder die freye Wärme vor und nach der Miſchung nicht einerley ſey, oder daß ſich die abſoluten Wärmen ganz anders als die ſpecifiſchen verhalten.

Gegen dieſen Calorimeter hat Herr Wedgwood [g]) verſchiedene Einwendungen gemacht, welche aber mehr die Einrichtung ſeiner Form betreffen. Daher auch Lichtenberg [h]) urtheilt, daß dieſes vortreffliche Inſtrument, welches auf das einfachſte und deutlichſte Princip gebauet ſey, in der Anwendung wieder etwas unſicher werde; indeſſen könnte ein von dieſem Apparate mit großer Vorſicht, und vielleicht mit einigem Aufwande, gemachter Gebrauch im Großen uns ſicherer zu einem beſtimmten Maaß der Wärme führen,

g) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXXIV. p. 371.

h) Anmerkung zu Erxlebens Naturlehre am Ende des IX. Abſchnitts.

führen, als irgend ein bisher bekannt gewordenes Verfahren.

Die Herren Magellan und Bergmann machen ſich von der ſpecifiſchen Wärme einen ganz andern Begriff. Nach ihrer Vorſtellung iſt ſie der einem jeden Körper zugehörige Wärmegehalt, welcher weder dem Gefühl noch dem Thermometer bemerkbar iſt. Nur der Ueberſchuß über dieſen ſpecifiſchen Wärmegehalt eines Körpers bewirkt die Empfindung der Wärme. Von dieſer empfindbaren Wärme glaubt Magellan, daß ſie ſich, wie Boerhaven's Elementarfeuer, unter alle gleich warme Körper nach dem Verhältniſſe der Räume gleichförmig vertheile. Nach ſeiner Idee hängen die Wärmetheilchen der ſpecifiſchen Wärme an den Oberflächen der Atomen, die freye oder empfindbare Wärme hingegen läßt er frey durch die Zwiſchenräume hindurchgehen. Nimmt man nun an, daß gleiche Maſſen von Queckſilber und Waſſer durch Zuſätze, welche ſich wie 1 zu 21 verhalten, gleich viel an fühlbarer Wärme zunehmen, ſo muß man ſich dabey die Vorſtellung machen, als ob jeder Atom des Queckſilbers Einen Theil ſpecifiſchen Wärmegehalt mehr annähme, wenn jeder Atom des Waſſers 21 Theile annimmt. Wenn nun dieß bey allen möglichen Temperaturen unveränderlich iſt, ſo wird der ganze empfindbare, d. i. hier der ſpecifiſche Wärmegehalt, in jeder Maſſe Queckſilber 21 Mal geringer ſeyn, als in einer gleichen und gleich warmen Maſſe Waſſer u. ſ. f. Nach dieſer Vorſtellung ſollen alſo die Angaben der Tabellen Verhältniſſe der Wärmemengen ausdrucken, welche von den verſchiedenen Subſtanzen gebunden werden, oder fürs Thermometer verloren gehen. Die nämliche Vorſtellung macht

ſich

ſich auch Kirwan [i]). Dagegen läugnen aber Andere die Bindung der Wärmematerie, und ſuchen alles auf die Vermehrung und Verminderung der Capacität zurückzubringen.

Nach Crawford entſteht die große Menge empfindbarer Wärme, welche bey der Verbrennung u. ſ. w. ſich entbindet, bloß durch die verminderte Capacität der reinen Luft. Nach ſeinen vormaligen Angaben wird dieſe Wärme durch Verbindung mit dem Phlogiſton des brennenden Körpers von 87 auf 0,27, d. i. auf ihren 232ſten Theil herabgeſetzt, welches die freye Wärme 322 mal vergrößert. Allein ſchon Herr de Lüc [k]) hat dagegen erinnert, wenn die Wärme eine wirkliche Subſtanz ſey, welche die Ausdehnung bewirke, ſo müſſe man die Capacität der Körper gegen die Wärme vielmehr nach den Räumen, nicht aber nach den Maſſen vergleichen; nähme man indeſſen die Luft nach demſelben Volumen, wie das des Waſſers, ſo würde die Luft ungefähr nur $\frac{1}{43}$ ſo viel Wärme als das Waſſer hergeben, und das ſey viel zu geringe, um aus den darin vorgehenden Veränderungen die große Hitze der Flamme herzuleiten. De Lüc's Theorie ließe ſich nun zwar aus Crawford's Theorie ſehr leicht beantworten; allein Crawford ſelbſt hat nach genauern Verſuchen die Capacitäten der dephlogiſtiſirten und atmoſphäriſchen Luft auf $4\frac{1}{3}$ und $1\frac{4}{5}$ herabgeſetzt, und dagegen die phlogiſtiſirte und fixe auf $\frac{4}{5}$ und $1\frac{1}{20}$ erhöht. Nach dieſer Angabe wird

i) Verſuche und Beobachtungen über die Salze und das Phlogiſton. A. d. Engl. von Crell. Berlin und Stett. 1783. Vorber.

k) Neue Ideen über die Meteorologie. §. 166.

wird alſo die Capacität der dephlogiſtirten Luft, wenn ſie ſich in phlogiſtiſirte verwandelt, nur 6 mal geringer u. ſ. f. Ein ſo beträchtlicher Unterſchied dieſer Beſtimmungen von den vorigen Angaben kann unmöglich ein günſtiges Vorurtheil für die Richtigkeit derſelben erwecken. Außerdem kommt noch hinzu, daß die gebrauchten Veränderungen der Temperatur bey den Verſuchen ſelbſt ſehr klein waren, und kaum $\frac{1}{10}$ eines Fahrenh. Grades überſtiegen.

Herr Gren [1]) bemerkt, es ſey mit Recht in die Zahlen in den Tabellen über die ſpecifiſche Wärme der Körper, die wir in den neuern Zeiten erhalten hätten, ein Mißtrauen zu ſetzen, da man ſich durchaus zu den Verſuchen, worauf ſie ſich gründeten, ſolcher Materien, z. B. Waſſer, bedient habe, die ihre Form durch Abänderung der Temperatur änderten, oder ſonſt chemiſch auf einander wirkten. Er glaube daher immer noch, daß die ſpecifiſche Wärme der Körper ſich verkehrt verhalte, wie die ſpecifiſchen Gewichte der Körper, und halte alſo Boerhaven noch nicht widerlegt, welcher annahm, daß ſich die abſoluten Quantitäten des freyen Wärmeſtoffs in ungleichartigen Körpern bey gleichen Temperaturen derſelben verhielten, wie die Volumina der Körper; welcher Satz gleichbedeutend mit jenem ſey. Bey dem Beyſpiele von Queckſilber und Waſſer dürfte die gemeinſchaftliche Temperatur nach der Vermengung von 1 Pfund Queckſilber von 110 Grad Fahrenh. mit 1 Pfund Waſſer von 44 Grad Fahrenh. ſtatt 47 nur $48\frac{1}{2}$ Grad werden (wie es in der Wirklichkeit auch wohl ſeyn könnte, wenn der entweichende Waſſerdampf

1) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 555.

dampf keine Wärmetheilchen fortführte, oder die ſich zerſtreuenden Wärmetheile ſonſt beſſer in Anſchlag gebracht werden könnten), und dann würde das Verhältniß der ſpecifiſchen Wärme des Queckſilbers zu der des Waſſers, wie 48,5 — 44 : 110 — 48,5 = 4,5 : 61,5 = 1,000 : 13,677, oder verkehrt wie ihre ſpecifiſchen Gewichte.

Dieſe Entdeckungen klärten eine Menge Erſcheinungen auf, welche längſt bekannt waren, und die man auf verſchiedene Art zu erklären geſucht hatte. Die vorzüglichſten derſelben ſind folgende:

Es war längſt bekannt, daß beym erſten Ausziehen der Luft unter der Glocke einer Luftpumpe eine Menge Dünſte ſich erzeugen, welche als ein feiner Dunſt wieder niederfallen, und abermals entſtehen, wenn wieder Luft unter die Glocke gelaſſen wird. Nollet hatte von dieſer Erſcheinung eine genügende Erklärung zu geben verſucht (Th. IV. S. 232 u. f.); allein Herr Wilke hat ſie als völlig unſtatthaft gefunden. Seine Entdeckung von der ungleichen Vertheilung der Wärme in den verſchiedenen Körpern gab ihm vielmehr Gelegenheit, der wahren Urſache dieſer merkwürdigen Erſcheinung weiter nachzuforſchen m). Aus ſeinen vorläufigen Verſuchen folgerte er: man müſſe wirkliche Feuchtigkeit unter die Glocke bringen, wenn ſich in ihr Dünſte zeigen ſollen; zugleich bewieſen ſie aber augenſcheinlich, daß dieſe Dünſte wirklich von den feuchten Flächen ausgehen, die ſich unter der Glocke befinden, und ſich in verdünnter Luft ausbreiten,

m) Neue Abhandl. der Schwediſch. Akadem. der Wiſſenſch. B. II. 146 f.

ten, ehe ſie in Geſtalt von Wolken und Staubregen wieder daraus niederfallen, und daß man ſolchergeſtalt das erſte Aufſteigen der Dünſte, und ihr folgendes Fallen, als zwey verſchiedene, mit Verdünnung der Luft genau verbundene Wirkungen anzuſehen hat.

Um nun die wahre Urſache dieſer Erſcheinung aufzudecken, unternahm Herr Wilke folgende Verſuche:

Ein Thermometer hieng er unter eine trockene Glocke, und ein anderes neben die Glocke; hiernächſt pumpte er die Luft aus der Glocke, und fand, daß das Thermometer unter der Glocke allemal bey der größten Evacuation 2 Grad fiel, aber, ſobald Luft unter die Glocke gelaſſen ward, wieder ſtieg.

Nun ſetzte er die Thermometerkugel unter der Glocke in eine Theetaſſe voll Waſſer, und zog die Luft aus; hier behielt es ſeinen Stand während der Ausleerung, fiel aber ſogleich um mehrere Grade, ſobald man es aus dem Waſſer zog, ſtieg auch nicht wieder zu ſeiner vorigen Höhe, bis die Kugel trocken war, und alle Ausdünſtung davon aufgehört hatte.

Um die Feuchtigkeit länger und häufiger um die Thermometerkugel zu erhalten, überzog er ſie mit feiner Leinwand; dieß hatte die Wirkung, daß ſich das Thermometer beym erſten Aufziehen 5 bis 6, und nach dem Auspumpen oft ganzer 14 Grad ſenkte, da die Temperatur des Waſſers und Zimmers etwa 10 Grad war. Nach dem Maaße, wie die Feuchtigkeit abdunſtete, ſtieg es wieder, erlangte aber ſeinen vorigen Stand nicht eher wieder, bis die Kugel völlig trocken war.

Dieſe

Dieſe und andere ähnliche Verſuche lehrten ihn nun, daß die Verdünnung der Luft die Ausdünſtung befördere, und dadurch Abkühlung und Fallen des Thermometers entſtehe.

Wurde die mit Leinwand umwickelte Thermometerkugel mit Alkohol befeuchtet, ſo fand er nach der Evacuation, daß ſie von 17 Grad über dem Eispunkt auf 8, ja 12 Grad darunter fiel. Mit Vitrioläther ging dieſe Abkühlung noch ſchneller vor ſich, und ſie ließ ſich mannichmal von 18° über 0 auf 18 Grad darunter treiben, alſo 36 Grad Aenderung. So gelang es ihm auf dieſe Art, in einem warmen Zimmer, in einer kleinen mit Waſſer gefüllten und unter der Glocke aufgehängten gläſernen Kugel, das Waſſer in Eis zu verwandeln.

Gleich viel Aether verdunſtete in dem luftleeren Raume viel ſchneller als im luftvollen Raume, ſo wie auch warmes Waſſer darin ſeine Wärme eher verlor, als in freyer Luft.

Da nun bey allen dieſen Verſuchen allemal eine Menge ſichtbarer Dämpfe um die Thermometerkugel ausbrachen, die in der verdünnten Luft hieng, ſo war es augenſcheinlich, daß dieſe Dünſte von den befeuchteten Flächen herrührten, und daß dadurch den Körpern Wärme geraubt ward, von deren Flächen dieſe Dünſte aufſtiegen.

Aus dieſen und andern Verſuchen hat ſich nun Herr Wilke von der Wärme und ihren Wirkungen beym Aufſteigen und Niederfallen der Dünſte in verdünnter Luft folgende Vorſtellung gemacht:

1. Wärme iſt eine ſehr feine ſich auszubreiten bemühende Materie, deren Theile ſich vermöge ihrer natürlichen Kräfte einander wegſtoßen.

2. Dieſe Materie hat eine ſtarke Anziehung zu der Materie der meiſten Körper. Die kleinſten Theile der Körper werden von ihr erhoben, zerſtreuet, und unter dem Namen der Ausdünſtung fortgeführt; daraus entſtehen elaſtiſche Auflöſungen.

3. Das Anziehen der Wärme iſt nach Verſchiedenheit der Materien auch verſchieden. So ward die Wärme am ſtärkſten von der Luft, weniger vom Waſſer, noch weniger vom Glaſe, am allerwenigſten vom Queckſilber im Thermometer angezogen.

4. Gleichwohl enthält einerley Art von Materie nach ihrem verſchiedenen Zuſtande ungleiche Wärme.

Sobald alſo durch das Auspumpen Menge und Druck der Luft unter der Glocke vermindert werden, ſo wird das vorige Gleichgewicht der Wärme geſtört, die Lufttheilchen, welche unter der Glocke geblieben ſind, bekommen mehr Platz, und können ſo mehr Wärme annehmen, als zuvor, und als Atmoſphäre um ſich behalten. Dieſe Wärme wird aus den umgebenden Körpern gezogen, beſonders aus denen, welche entweder ſchon zuvor davon Ueberfluß hatten, oder dieſe Materie am ſchwächſten ziehen und zurückhalten; dabey zieht ſich die Wärme zugleich, wegen ihrer eigenen Bemühung ſich auszubreiten, nach der Seite, wo der vorige Gegendruck vermindert worden iſt, und wenn des Körpers Beſchaffenheit ſo etwas zuläßt, führt ſie zugleich ſeine äußerſten feinſten Theilchen mit ſich; dieſe ſelbſt, wenn ſie ſo abgeſondert werden, ziehen mehr Wärme, von der ſie umgeben werden, an ſich, welche

welche der Körper verliert, und alſo durch die Ausdünſtung merklich abgekühlt wird. Je ſtärker nun dieſe aufgelößten und ausgedunſteten Theilchen für ſich ſelbſt Wärme anziehen, deſto mehr Wärme muß auch der Körper verlieren, von deſſen Fläche ſie aufſteigen. Eben darum nehmen ſolche Materien beym Ausdunſten die meiſte Wärme mit ſich, und kühlen den Körper am ſtärkſten ab, welche ſchon ſo viel Wärme enthalten, daß ihre Theile kaum innerhalb geſchloſſener Gefäße zuſammen zu halten ſind, wie Weingeiſt und Aether. So muß das Queckſilber im Thermometer fallen, wenn ſeine befeuchtete Kugel die Luftwärme aus der Feuchtigkeit nimmt, die Feuchtigkeit aus dem Glaſe, das Glas aus dem Queckſilber, welches die Wärme am ſchwächſten zurückhält, und durch derſelben Verluſt weniger Raum einnimmt, ſolchergeſtalt Kälte erzeugt.

Herr Wilke glaubt alſo mit Recht, daß er die angeführten Verſuche als deutliche Beweiſe von der ausdehnenden Kraft und ungleichen Vertheilung der Wärme anſehen könne, und dieſe wiederum als die wahre Urſache des Aufſteigens der Dünſte und des übrigen Verhaltens in der verdünnten Luft.

Noch vor Wilken hatte bereits Cullen [n]) den Verſuch im verdünnten Raume angeſtellt, und gefunden, daß das Thermometer beym ſchnellen Evacuiren um 2 bis 3 Grad fiel. Ferner bemerkte Cullen noch, daß, wenn das Thermometer im verdünnten Raume wieder die Temperatur der äußern Luft angenommen hatte, und nun die Luft wieder in den Recipienten

n) Eſſay de la ſocieté d'Edimbourg. Tom. II. p. 153.

pienten gelaſſen wurde, das Thermometer allemal 2 bis 3 Grade über die Wärme der äußern Luft ſtieg.

Denſelben Verſuch, daß nämlich das Thermometer beym Evacuiren 2 bis 3 Grad herabſinkt, führt auch Darwin °) an. Er wurde im November 1787. unter dem Beyſtande des Herrn Foreſter Trench wiederholt, nur mit dem Unterſchiede, daß das Thermometer oben offen war, ſo, daß die Verminderung des äußern Drucks auf die Ausdehnungen der Kugel keinen Einfluß haben konnte; das Reſultat war daſſelbe, und das Queckſilber des Thermometers ſank, während die Luft ausgepumpt wurde. Sowohl bey dem Auspumpen, als bey dem Wiederhinzulaſſen der Luft, ward regelmäßig ein Dampf bemerkt, der ſich an den Seiten des Gefäßes verdichtete, und in beyden Fällen in wenigen Minuten wieder abſorbirt wurde. Dieſer Dampf, ſagt Darwin, müſſe nothwendig dadurch niedergeſchlagen worden ſeyn, daß er durch die Ausdehnung der Luft ſeiner Wärme beraubt wurde. Denn wenn es von einer andern Urſache hergerührt hätte, ſo hätte der Dampf nicht in beyden Fällen, nämlich ſowohl beym Evacuiren, als beym Wiederzulaſſen der Luft, entſtehen können. Im erſten Falle dehnte ſich die Luft im Recipienten aus, im zweyten diejenige, welche von außen in den Recipienten gelaſſen wurde. War dieſe letztere mit der im Recipienten von einerley Temperatur, und wurde ſie nun hineingelaſſen, ſo mußte dadurch, daß ihre Capacität bey ihrer Ausdehnung zunahm, die Temperatur unter der

o) Philoſ. Tranſact. 1788. Vol. LXXVIII. P. I. p. 43. überſetzt in Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 73. Auch im Gothaiſchen Magazin. B. VII. St. 1. S. 127.

der Glocke abnehmen, und alſo ein Dunſtniederſchlag entſtehen. Dieß iſt aber gerade das Gegentheil von dem, was Cullen beobachtet hatte.

Bey einem Verſuche dieſer Art, welchen Herr Lambert im Jahre 1761. bey dem damaligen Prof. Arnold zu Erlangen ſah, und im §. 492. ſeiner Pyrometrie beſchreibt, betrug die Zeit, die das Thermometer unter der Luftpumpe zum Fallen brauchte, nicht mehr, als ungefähr 3 Sekunden. Wenn wieder Luft zugelaſſen ward, ſtieg es ungefähr eben ſo viel über ſeine erſte Höhe, als es beym Auspumpen unter dieſelbe gefallen war. Aber auch dieſes Steigen dauerte nicht lange, und das Thermometer unter dem Recipienten kam bald wieder auf die Temperatur der äußern Luft.

Das Fallen des Thermometers erklärt Herr Lambert auf folgende Art: er nimmt an, daß man beym Ausziehen der Luft aus dem Recipienten zugleich auch die Feuertheilchen mit herausziehe, und daß folglich die Dichtigkeit des Feuers unter der Glocke abnehme nach eben dem Verhältniſſe, als die Luft vermindert werde. Dabey zeigt er, daß, wenn das Thermometer nicht ſo viel fällt, als es nach dieſem Satze fallen ſollte, dieß daher rühre, daß die Wände des Recipienten, nebſt dem Teller der Pumpe, ebenfalls Feuertheilchen enthielten, welche den Abgang jener erſetzten, zumal wenn das Exantliren langſam geſchehe, in welchem Falle das Thermometer wohl gar keine Veränderung zeigen könnte.

Daß dieſes Fallen nicht etwa von der Ausdünſtung der Feuchtigkeiten unter der Glocke herrühre,

hat de Sauſſüre [p]) zu erweiſen geſucht. Er trocknete die Luft unter der Glocke durch Salze aufs äußerſte, ſo daß nach Verlauf von 6 Tagen das Hygrometer unter der Glocke zum höchſten Grade der Trockenheit gekommen war. Hierauf öffnete er den Hahn, und evacuirte ſehr ſchnell. Das Thermometer fiel von 8° auf 6,9° Reaum., wobey das Hygrometer nicht die geringſte Aenderung zeigte. Dieſer Verſuch wurde hierauf unter demſelben Recipienten mit demſelben Hygrometer und Thermometer, aber ohne die Luft auszutrocknen, gemacht. Eben dieß Hygrometer, welches in trockener Luft ohne Veränderung blieb, bewegte ſich nun in der feuchten Luft, während des Auspumpens, um 24 Grad näher zum Punkte der Trockenheit hin, und gleichwohl ward das Thermometer nicht mehr, als zuvor in trockener Luft, verändert, es fiel nämlich von 9,55 auf 8,4; alſo beynahe ſo viel wie vorhin. Hieraus folgt, daß feuchte und trockene Luft unter der Glocke während des Auspumpens keinen erheblichen Einfluß auf das Thermometer hatten, und daß die Urſache, warum es fiel, nicht von den Dünſten, ſondern der von Herrn Lambert angegebenen Urſache beyzumeſſen ſey.

Warum aber das Thermometer, nachdem es in der verdünnten Luft wieder auf dieſelbe Temperatur mit der äußern Luft gekommen war, nunmehr ſtieg, wenn wieder Luft unter die Glocke gelaſſen wurde, hat Lambert nicht erklärt. Es ſollte vielmehr ſcheinen, daß auf ſolche Art Kälte hervorgebracht werden müßte. Allein Herr Mayer [q]) bemerkt, man müſſe überlegen, daß,

p) Hygrometrie. §. 233.

q) Ueber die Geſetze und Modificationen des Wärmeſtoffs. S. 114.

daß, indem die Capacität der von außen in die Glocke gelaſſenen Luft durch ihre Ausdehnung vermehrt, alſo ihre Temperatur vermindert werde, die Capacität der in der Glocke zurückgebliebenen dagegen durch die Verdichtung, die ſie erleide, indem neue zu ihr hinzuſtröme, wiederum vermindert, und folglich ihre Temperatur erhöht werde.

Nach Darwin ſoll auch die mechaniſche Ausdehnung der Luft ein Mittel ſeyn, Kälte hervorzubringen. Es wurde nämlich in Geſellſchaft des Herrn Hutton aus Edimburg, und Herrn Edgeworth folgender Verſuch angeſtellt. Der Luftſtrom einer Windbüchſe wurde zu verſchiedenen malen an die Kugel eines Thermometers gelaſſen, und dieß ſank jedesmal ungefähr 2 Grade. Das Thermometer war an einer Mauer befeſtigt, und die Windbüchſe blieb nach dem Laden eine Stunde in der Nachbarſchaft derſelben, um die Wärme, die ſie beym Laden erhalten hatte, fahren zu laſſen. Die Luft wurde nun in einem fortwährenden Strome an die Kugel des Thermometers gebracht, und der Erfolg zeigte, daß die Luft bey ihrer Ausdehnung die Wärme aus dem Queckſilber des Thermometers anzog und verſchluckte. In den bleyernen Windkeſſel einer Waſſerkunſt zu Derby ward ein Loch von der Dicke einer Rabenfeder gemacht, durch welches ein ſtarker Luftſtrom herausging; wurde nun demſelben ein Thermometer ausgeſetzt, ſo fiel es um 2 bis 4 Grade herab; ferner dringt dnrch einen geöffneten Hahn an einem Heronsbrunnen im Schemnitzer Bergwerke eine ſtark zuſammengepreßte Luft heraus, welche unmittelbar darauf ſehr ausgedehnt wird; dabey ſchlägt ſich die Feuchtigkeit aus ihr als Schneegeſtöber nieder, und hängt ſich an den Hahn wie Eis-

zapfen. Daraus erklärt Darwin die Kälte auf den Gipfeln der Berge und in den höhern Gegenden der Atmoſphäre. Der Herr Abbé Gruber[r]) erinnert aber dagegen, daß die mechaniſche Ausdehnung der Luft keine unmittelbare Urſache der Kälte ſey, weil ſonſt in den torricelliſchen und boyleſchen Leeren die Kälte viel ſtärker ſeyn müßte; ſondern ſie rühre vielmehr daher, daß die ſchnell fortgehende dichtere Luft Wärmeſtoff mit ſich fortführe, welcher von andern benachbarten Körpern erſetzt werden müſſe.

Daß es gar keinem Zweifel unterworfen iſt, daß durch die Ausdünſtung Wärme abſorbirt, und daher Kälte erzeugt werde, haben außer den angeführten noch mehrere Phyſiker durch mancherley Verſuche aufs vollkommenſte erwieſen. Cavallo[s]) war mit Hülfe des Vitrioläthers im Stande, im Sommer, da das Fahrenh. Thermometer auf 64 Grad ſtand, ſelbiges in 2 Minuten auf + 3 d. i. 29 Grad unter dem Gefrierpunkt zu bringen. Merkwürdig war es dabey, was Cavallo bey dieſer Gelegenheit bemerkte. Im Sommer nämlich fror das auf dieſe Weiſe behandelte Waſſer oft erſt, wenn das in demſelben befindliche Thermometer ſchon 15 Grad nach Fahrenh. unter dem Gefrierpunkte ſtand; im Winter aber oft ſchon bey 2 Grad darunter. Herr Cavallo kann dieſes nicht erklären, und nach Herrn Lichtenberg's Meynung iſt es auch ſo leicht nicht zu erklären, wenn anders alles richtig zugegangen iſt. — Wenn aber alles ſeine Richtigkeit gehabt hat, konnte nicht dieſes

r) Bemerkungen über Darwin's Folgerungen aus Verſuchen ꝛc. in Grens Journal der Phyſ. B. III. S. 188.

s) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXXI. P. II.

dieſes Phänomen durch die Wärme, welche im Sommer die umgebende Luft dem Waſſer, um es flüſſig zu erhalten, mittheilte, und welches, eben wegen des nöthigen Flüſſigſeyns deſſelben, dem Thermometer nichts weiter abgeben konnte, bewirkt werden?

Auch Herr de Sauſſûre[t]) hat über die Erkältung der Ausdünſtung verſchiedene Verſuche auf dem Col du Geant angeſtellt. Er machte die Kugel eines Thermometers in der Mitte eines feuchten Schwammes feſt, und ſchwang das Thermometer an einer daran gebundenen Schnur ſehr ſchnell in der Luft herum. Hierdurch bekam er eine Abkühlung, welche bisweilen auf 8 Grad nach Reaum. ging. Umwand er die Kugel eines kleinen Thermometers mit feiner Leinwand, tauchte ſie nachher in Aether, und bewegte ſie nach dem Herausziehen nur mäßig ſchnell in der Luft, ſo bewirkte die Verdunſtung des Aethers eine Kälte bis auf 27 Grad, nachdem er nämlich das Eintauchen des Thermometers in den Aether verſchiedene mal wiederholt, und ſo lange in der Luft bewegt hatte, bis er weiter kein Fallen des Queckſilbers bemerkte.

Herr Prof. Heller[u]) in Fulda hatte ſich vorgenommen, den Verſuch mit dem Thermometer, welches durch Verdunſtung der befeuchteten Kugel merklich herabſinkt, zu wiederholen. Er hieng daher ein Thermometer vor ein Fenſter, wo die Sonnenſtrahlen den größten Theil des Tages hintreffen konnten. Es waren Queckſilberthermometer mit kleinen Kugeln und der

t) Journal de phyſique. Mars 1789. in Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 460.

u) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. IV. S. 210 f.

der 80theiligen Skale. In ſeinem Tagebuche bemerkte er zuerſt die Temperatur der Luft TL, dann die Temperatur des Waſſers TW, ſubtrahirte von der anfänglichen Temperatur des Waſſers den Grad, auf welchen das zweyte Thermometer während der Verdunſtung herabfiel und ſtehen blieb, bis es wiederum zur Temperatur der Luft zurückgehen wollte, und nannte dieſe Verdunſtungskälte VK. Zu gleicher Zeit beobachtete er Thermometer, Hygrometer und die Witterung, und bekam ſo während einiger Sommer eine große Anzahl von Beobachtungen von + 5° bis + 25° Reaum.

An dieſe Beobachtungen ging er mit folgendem Grundſatze: Waſſer von einer gegebenen Temperatur müſſe auch immer die nämliche Verdunſtungskälte zur Folge haben; fiele z. B. bey 8° das Thermometer während der Verdunſtung irgend einmal um 0,6°, ſo müſſe dieſes allzeit unter allen Umſtänden geſchehen, ſo oft die Temperatur des Waſſers + 8° wieder käme. Allein er wurde von dieſem Irrthum durch die Beobachtungen, die ihm etwas ganz anders lehrten, ſehr bald zurückgebracht. Da er nun den Einfluß der Verſchiedenheit der Verdunſtungskälten bey einerley Temperatur des Waſſers weder von der hygrometriſchen Beſchaffenheit der Luft, noch von dem veränderten Drucke der Atmoſphäre herleiten konnte, und doch, wie es ſchien, eine gleichförmig wirkende Kraft mit im Spiele war, ſo mußte auch ſie, ſeines Erachtens, an Tagen, wo eine gleichförmige, nicht veränderliche Witterung herrſchte, ſich zu erkennen geben, und bey der Vergleichung offenbaren. Daher beobachtete er an heitern Tagen mehrere mal. Als er nun fand, daß bey gleichförmiger Witterung zwey Tage hinter

einander die nämliche Temperatur dennoch nicht gleiche Verdunſtungskälte hervorbrachte, übrigens aber kein weiterer Unterſchied als in der Zeit obwaltete, in welcher dieſelbe Temperatur ſtatt hatte; ſo kam er auf den Gedanken, daß die Urſache vielleicht an den Sonnenſtrahlen liege, die am Ende doch warm machen, ſpäter aber gewiß mehr, als des Morgens früh. Hier ſchien ihm auf einmal ein Licht aufzugehen. Er ſchloß: wenn Waſſer von einer gegebenen Temperatur von der Sonne erſt einige Stunden nach ihrem Aufgange beſchienen wird, ſo muß ihr ſchwächeres Licht eine viel kleinere Einwirkung auf den Waſſertropfen haben, als das ſtarke Mittagslicht bey gleicher Temperatur des Waſſers, und umgekehrt. Hingegen muß eine gegebene Temperatur gleiche Verſtärkungskälten zur Folge haben, wenn die Wirkung des gleich ſtarken Lichts an zwey gleichförmigen Tagen zur nämlichen Stunde beobachtet wird; nur müſſen die Tage der Zeit nach nicht ſehr weit von einander entfernt ſeyn. Mit dieſem Grundſatze durchmuſterte er nun ſeine Beobachtungen, und fand darin Befeſtigung, ſo ſchwach auch ſeine Schätzung der Intenſität des Sonnenlichts war und ſeyn mußte.

Endlich wurde er im Verfolge ſeiner Beobachtungen gewahr, daß gegen den Abend ganz heiterer Tage die Temperatur des Waſſers und der Luft um ſeinen Apparat herum ſo verſchieden wurden, daß er darüber in Erſtaunen gerieth. Die Folgen ſeiner Beobachtungen überzeugten ihn von dieſer Sache. Wenn nämlich ſein Apparat beynahe den größten Theil eines heitern Tages der Sonne ausgeſetzt war, ſo kam er nach 4 Uhr Abends, vermöge ſeiner Lage, ziemlich ſchnell in Schatten, und erfuhr dadurch die Einflüſſe des

Lichts

Lichts und des Schattens in kurzen Intervallen. Wenn dagegen der Himmel an einem Tage gleichförmig bedeckt war, ſo hielten ſich die beyden Temperaturen etwas näher zuſammen, ſowohl Morgens als Abends, und ließen keine ſo großen Unterſchiede zu. Dieſe Erfahrung beſtärkte ihn in ſeinem angeführten Grundſatze aufs vollkommenſte. Die Auflöſung dieſes Problems fand er in einem Briefe des Herrn de Lüc an de la Metherie, wo er ſagt: es gibt in der Atmoſphäre noch ein anderes Phänomen der Wärme, das man nicht zu erklären geſucht hat, nämlich ihre plötzliche Verminderung an ſchönen Tagen nach dem Untergange der Sonne. Die Urſache dieſer Verminderung liegt darin: die Sonnenſtrahlen bilden neues Feuer, und die zweyte Function der Sonnenſtrahlen iſt, ſie bringen in dem Feuer, das ſie berühren, eine Vermehrung der expanſiven Kraft zuwege, welche die Nacht hindurch aufhört. Dieß erklärt nach Herrn Heller's Ueberzeugung den von ihm beobachteten Unterſchied der Verdunſtungskälte bey gleicher Temperatur des Waſſers aufs vollkommenſte. Es kam nämlich in ſeinen Beobachtungen nicht bloß auf die abſolute Menge von Wärme an, welche das Waſſer hatte, das verdunſten ſollte, ſondern es kam auch auf die Menge und Stärke des Lichts an, das jene Wärme berührte. War bey gleicher Menge von Wärme die Menge und Stärke des einfallenden Sonnenlichts größer, ſo war auch die Verdunſtung größer wegen vermehrter Expanſivkraft, und umgekehrt.

Herr Heller bemerkt noch, daß ſich hierdurch die Verſchiedenheit der Verdunſtungskälten bey einerley Temperatur des Waſſers an einem hellen Tage in verſchiedenen Jahrszeiten, z. B. Frühling und

Som-

Sommer, in verſchiedenen Stunden des nämlichen Tages u. ſ. w. erklären laſſe. Es bleibe alſo das Maaß der Ausdünſtungskälten ungewiß, wenn es nicht durch ein Meſſen der Intenſität des Sonnenlichts unterſtützt werde.

Durch die Entdeckung der verſchiedenen Vertheilung der Wärme in verſchiedenen Körpern wurden aber beſonders die Erſcheinungen der durch die Kunſt bewirkten Kälte ungemein aufgehellt. Nach neuern Verſuchen bringt die Schwefelſäure die größte Kälte hervor; nächſtdem der rauchende Salpetergeiſt, gemeines Kochſalz und Salmiak; der reine Salpeter aber im geringſten Grade x). Noch neuere Verſuche über die Hervorbringung künſtlicher Kälte hat Richard Walker y), Apotheker zu Oxford, angeſtellt. Die ſtärkſte kaltmachende Miſchung fand er aus 2 Theilen ſtarker rauchender Salpeterſäure mit 1 Theile deſtillirtes Waſſer, worin 4 Theile gepulvertes kryſtalliſirtes Glauberſalz geſchüttet und wohl umgerührt worden. Sind die Salze recht trocken und durchſichtig, ſo bringt dieſe Miſchung das Thermometer 52 Fahrenh. Grade herab, es ſinkt nämlich von + 32 bis — 20. Er fand ferner, daß eine Miſchung von 12 Theilen Schnee oder geſtoßenes Eis, 5 Theilen Kochſalz und 5 Theilen von einem Pulver aus gleichen Theilen Salmiak und Salpeter, eine Kälte von — 18° Fahrenh. zuwege brachte. 12 Theile Schnee oder geſtoßenes Eis, 5 Theile Kochſalz und 5 Theile ſalpe-

x) An account of experiments made by *M. John* M. Nab at Henlay Houſe, Hudſonsbay, relating to freezing mixtures by *Henry Cavendiſh*. Lond. 1780. 4.

y) Philoſ. Tranſact. Vol. LXXVIII. P. II. p. 277. in Grens Journal der Phyſ. B. I. S. 419.

ſalpeterſaures Ammoniak bewirkten eine Kälte von — 25°. 3 Theile Schnee oder geſtoßenes Eis und 2 Theile verdünnte Salpeterſäure, beyde zu 0° Fahrenh. vermiſcht, erzeugten eine Kälte von — 46° Fahrenh. 3 Theile Schnee, 2 Theile verdünnte Salpeterſäure, beyde bey + 30° Fahrenh., brachten das Thermometer bis — 24°. Gleiche Theile Schnee und verdünnte Schwefelſäure, beyde bey — 20° Fahrenh. vermiſcht, brachten eine Kälte von — 50° hervor.

Herr Lowitz [z]) in Petersburg hat über dieſen Gegenſtand noch mehrere Verſuche angeſtellt. Gleiche Theile Schnee und kryſtalliniſches Gewächsalkali, beyde von — $6\frac{1}{2}$° Reaum., brachten — 34° Kälte. Darin konnte er Queckſilber gefrieren machen. Bey der Temperatur der Materialien von — 1° Reaum. brachte Schnee und trockenes ätzendes Gewächsalkali eine Kälte von — 21°, Aetzlauge — 27°, kryſtalliſirtes ätzendes Mineralalkali — 21°, ätzender Salmiakgeiſt — 5°, kohlenſaures Ammoniak — 17°, gewöhnliches Scheidewaſſer — 19°, rauchende Salpeterſäure — $24\frac{1}{2}$°, concentrirte Schwefelſäure — 19°, rauchende ſalzige Säure — $27\frac{1}{2}$°, concentrirte Eſſigſäure — 22°, flüſſiger Eiseſſig — 22°. Bey einer Temperatur von — $2\frac{1}{2}$ Reaum. bewirkt mit Schnee trockenes Weinſteinalkali — 22°, ſalpeterſaure Kalkerde — 22°, fein geriebene Spießglanzbutter — 22°, ſalzigſaure Talkerde — 24°, eſſigſaures Gewächsalkali — $26\frac{1}{2}$°, ſalzigſaures Eiſen — $28\frac{1}{2}$, ſalzigſaure Kalkerde — 38°. Das vortheilhafteſte Verhältniß von Schnee und ſalzigſaurer Kalkerde zur Hervor-

z) Verſuche über die Hervorbringung der Kälte in Crells chem. Annalen. 1796. B. I. S. 529.

Hervorbringung der größten Kälte ſind zwey Theile des erſtern und drey Theile des letztern; bey + 21° der Materialien kommt das Gemiſch auf − 39°, und geht alſo unter den Gefrierpunkt des Queckſilbers.

Walker [a]) hat nachher noch mehrere Verſuche zur Hervorbringung künſtlicher Kälte, durch Auflöſungen von Salzen in Waſſer und in Salpeterſäure, angeſtellt. Er bereitete ſich hiezu einen künſtlichen Schnee; er ließ nämlich Waſſer in einer Röhre künſtlicher Weiſe gefrieren, und das Eis alsdann zu einem feinen Pulver zermahlen. Hierdurch ward es ihm leicht, das Queckſilber zum Gefrieren zu bringen. Dazu erfand er ſich einen eigenen ganz einfachen Apparat, in welchem das Queckſilber in wenigen Minuten zu Eis wurde, wenn die Temperatur der Luft 85° Fahrenh. nicht überſtieg. Das Gefäß (fig. 21.) beſteht aus einem Stück. Sein Körper aa iſt unten offen und faßt 2 Pinten. Die Röhre b iſt oben offen und unten verſchloſſen; ſie hält 5 Unzen und iſt nach dem Boden zu etwas enger. Das Gefäß wird umgekehrt mit der kaltmachenden Materie angefüllt, hierauf zuerſt mit Wachspapier, und dann mit naſſer Blaſe verſchloſſen. Hiernächſt kehrt man das Gefäß wieder um, ſtellt es in eine Schüſſel, rührt 1 Unze rauchende Salpeterſäure in die Röhre b mit der Vorſicht, daß die Wände über der Säure nicht davon befeuchtet werden, und legt ein rundes paſſendes Stück Papier, welches mit etwas geſchmolzenem

a) Beobachtungen über die beſte Methode, Kälte künſtlicher Weiſe hervorzubringen. In Grens neuem Journ. der Phyſik. B. III. S. 458 f.

zenem Jungfernwachs überzogen wird, auf die Säure. Hierauf gießt man vorſichtig $1\frac{1}{2}$ Unze Regenwaſſer oder deſtillirtes Waſſer in die Röhre und verſtopft ſie mit einem Kork. Sobald das Waſſer gefroren iſt, ſchabt man das Eis zu einem feinen Pulver vermittelſt eines beſonders dazu eingerichteten Inſtruments. Iſt dieß geſchehen, ſo läßt man die kaltmachende Miſchung ſchnell aus dem Gefäß a a heraus, indem man den Bindfaden durchſchneidet, und den Verband wegnimmt. Man durchſtößt mit einem gläſernen oder hölzernen Stabe die Scheidewand zwiſchen dem gepulverten Eiſe in der Röhre b und der darunter befindlichen durchkälteten Salpeterſäure, bringt die Thermometerkugel mit dem zu gefrierenden Queckſilber hinein, und rührt alles wohl und ſchnell untereinander.

Wenn man Eis haben kann, ſo kann man ſich deſſelben eben ſo ſicher bedienen, und hier mit weit geringern Koſten die kaltmachende Miſchung hervorbringen. Uebrigens müſſen die Gefäße zu dieſen Verſuchen dünn und aus den beſten Leitern des Wärmeſtoffs gemacht ſeyn. Denn dünne Gefäße rauben der Miſchung weniger Kälte als dicke, und die beſſern Leiter des Wärmeſtoffs laſſen auch die Kälte leichter durch. Herr Walker bediente ſich hiezu des Zinns, das er durch einen Ueberzug von geſchmolzenem Wachſe gegen die Einwirkung der Säuren hinlänglich ſicherte. Wenn aber alles gut von ſtatten gehen ſoll, darf das Verhältniß der kaltmachenden Miſchung zu den zu erkaltenden Materialien nicht geringer ſeyn, als 12:1; ein größeres Verhältniß iſt deſto beſſer.

Folgende Miſchungen fand Walker zur Hervorbringung künſtlicher Kälte ſehr wirkſam

Salze

Salze	Flüſſigkeiten	hervorgebrachte Temperatur
Salmiak 5 Th. / Salpeter 5 -	Waſſer 16 Th.	+ 10° Fahr.
Salmiak 5 - / Salpeter 5 - / Glauberſalz 8 -	Waſſer 16 -	+ 4° -
Salpeterſaures Ammoniak 1 Th.	Waſſer 1 -	+ 4° -
Salpeterſaures Ammoniak 1 Th. / Sodaſalz 1 -	Waſſer 1 -	— 7° -
Glauberſalz 3 Th.	Verdünnte Salptſ. 1 Theil -	— 3° -
Glauberſ. 6 - / Salmiak 4 - / Salpeter 2 -	Verdünnte Salptſ. 4 Theile -	— 10° -
Glauberſ. 6 - / Salpeterſ. Ammoniak 5 Th.	Verdünnte Salptſ. 4 Theile -	— 14° -
Phosphorſ. Mineralalkali 9 Th.	Verdünnte Salptſ. 4 Theile -	— 12° -
Phosphorſ. Mineralalkali 9 Th. / Salpeterſ. Ammoniak 6 Th.	Verdünnte Salptſ. 4 Theile -	— 21° -
Glauberſ. 8 Th.	Salzſäure 5 Th.	— 0° -
— 5 -	Verdünnte Schwefelſäure 4 Theile	+ 3° -

Die verdünnte Salpeterſäure beſtand aus 2 Theilen rauchender Salpeterſäure und 1 Theil deſtillirtem Waſſer, die verdünnte Schwefelſäure aus gleichen Theilen Vitriolöl und Waſſer.

Die Herren Fourcroy und Vauquelin [b]) haben die Lowitziſchen Verſuche wiederholt. Als ſie nach Lowitz Art 8 Theile ſalzſaure Kalkerde mit 6 Theilen lockern Schnee miſchten, ſank das hunderttheilige Thermometer, indem die Miſchung ſchmolz, bis auf — 39°, und bis auf — 43° (d. h. auf — 34,4° nach Reaum.), als man eine zweyte ſolche Miſchung in einem Glaſe machte, welches in der erſtern Miſchung ſtand.

Eine Maſſe Queckſilber von wenigen Granen wurde bey — 42° (— 33,6° nach Reaum.) feſt. Nimmt man eine etwas beträchtlichere Menge Queckſilber, ſo wird das innere der Maſſe nicht feſt, und gießt man das Flüſſige ab, ſo findet man octaedriſche Queckſilberkryſtalle. Nach einer Nachricht in der Decade philoſoph. an 7. n. 14. haben beyde Chemiker eine Maſſe von 20 Pfund Queckſilber völlig zum Frieren gebracht. In einem Schmelztiegel von Platina ſoll das Queckſilber innerhalb 30 Sekunden, in Porzellan oder in irdenen Schmelztiegeln erſt in zwey Minuten gefroren ſeyn.

Flüſſiges völlig geſättigtes Ammoniak ſchoß in weißen Nadeln an bey — 42°, und verlor zum Theil ſeinen Geruch, bey — 47 oder — 49 verwandelte es ſich in eine gallertartige Maſſe.

Salpeterſäure mit Salpetergas gemiſcht ſchießt gleichfalls bey — 40° in rothen Nadeln an, und verwandelt ſich in eine Art von Butter. Salzſäure friert leicht bey — 42° in eine gelbe, körnige Art von Butter.

Gut

b) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. I. S. 479 f.

Gut rectificirte Schwefelſäure kryſtalliſirt ſich bey einer Kälte von — 44° in weißliche Blättchen, und wird endlich zu einer dunkeln weißen Maſſe. Hingegen fror Alkohol in dieſer Kälte nicht, welches eine große Verſchiedenheit unter dieſen Stoffen beweiſt.

Taucht man den Finger in dieſe froſterregende Miſchung, ſo fühlt man einen Schmerz gleich einem heftigen Drucke im Schraubenſtock. In 4 Sekunden wurde der Finger ſo weiß wie Schnee, ohne Empfindung, und ließ ſich nur mit Mühe wieder ins Leben bringen.

Dieſelben Herren haben ihre lehrreichen Verſuche über künſtliche Kälte vom 19ten Januar 1799. in einem Hofe, der zur Ecole des mines gehört, fortgeſetzt. Das Reaum. Queckſilberthermometer ſtand um 11 Uhr Morgens — 6°, und in dieſer Temperatur miſchten ſie in einem irdenen Gefäße 27 Unzen ſalzſaure Kalkerde und 18 Unzen Schnee, von gleicher Temperatur mit der Luft, mit kleinen hölzernen Spaten unter einander. Ein Weingeiſtthermometer in dieſe Miſchung gebracht ſank innerhalb 2 Minuten bis auf — 38°. Acht Unzen Queckſilber in einem Tiegel von Platina, eine Viertelſtunde lang in dieſe Miſchung geſtellt, kamen nicht zum Frieren, indeß 2 Unzen von demſelben Queckſilber in einer Glaskugel nach wenigen Minuten darin froren. Im erſtern Falle fror alſo das Queckſilber nicht, bloß wegen ſeiner großen Maſſe und ſeiner ſchweren Durchdringlichkeit.

Hierauf miſchten ſie aufs neue 8 Unzen ſalzſaure Kalkerde und 6 Unzen Schnee in einem Glaſe, das bis an den Rand in die vorige Miſchung verſenkt wurde. Ein Weingeiſtthermometer ſank in dieſem

Glaſe in wenigen Sekunden bis auf — 43°, und die 8 Unzen Queckſilber im Platinatiegel froren darin in ſehr kurzer Zeit, und zwar ſo, daß ſie ſich dabey kryſtalliſirten. Da in ihrer Mitte noch einiges Queckſilber flüſſig blieb, ſo goß man es ab, und dadurch entſtand eine Hölung in Form eines abgeſchnittenen Kegels, deſſen ſchmälere Grundfläche den Boden des Tiegels berührte. Dieſe ganze Höhlung war mit Kryſtallen von einer unverkennbaren octaedriſchen Geſtalt umzogen. Man legte dieſe Maſſe kryſtalliſirtes Queckſilber in eine porzellanene Kapſel, und ob ſie gleich unter 7 bis 8 Perſonen von Hand zu Hand ging, ſo wurde doch die ganze Maſſe darin erſt nach 3 bis 4 Minuten wieder flüſſig. Das Queckſilber ließ ſich (gleich geſchmolzen Bley, das feſt zu werden anfängt) dehnen, und mit dem Finger eindrucken. Wenn man den Tiegel einige Sekunden lang hielt, oder den Finger in die Miſchung tauchte, empfand man zugleich mit der ausnehmenden Kälte ein heftiges Drucken, dem ähnlich, das ein Schraubenſtock bewirkt. Beym Herausziehen war der Finger weiß wie Papier und ohne Empfindung; nur wenn man ihn ſogleich in Schnee ſteckte, dann vor und zuletzt in den Mund hielt, ließ er ſich ohne Schmerz wieder ins Leben bringen. Hätte man den Finger länger in der Miſchung gelaſſen, ſo würde unfehlbar alles Leben in demſelben erloſchen und der Krebs daran getreten ſeyn.

Man ſetzte einen Platinatiegel mit flüſſigem Ammoniak und ein Glas mit oxydirter Salzſäure in die froſterregende Miſchung, als ihre Miſchung — 39 Grad betrug. Das Ammoniak verwandelte ſich in eine graue halbdurchſichtige Maſſe, dem Leime oder viel-

vielmehr dem gelée de ſilice (Kieſelfeuchtigkeit) ähnlich, und in dieſem Zuſtande hatte es viel von ſeinem Geruche verloren. Die überſäuerte Salzſäure verdichtete und kryſtalliſirte ſich nach ihrer gewöhnlichen Art zu einer gelben, etwas grünlichen und körnigen Maſſe von der Conſiſtenz des Fettes. Man miſchte dieſe beyden gefrornen Maſſen mittelſt eines ſilbernen Löffels zuſammen in dem Tiegel von Platina, den man bey dem jedesmaligen Hinzuſchütten erſt herauszog. Es entſtand ſogleich ein lebhaftes Aufbrauſen, und es entwickelten ſich weiße Dämpfe von einem eigenen ſtechenden Geruche, der jedoch mit dem Geruche des oxydirten ſalzſauren Gas Aehnlichkeit hatte. Mitten in dem Verſuche tauchte man den Tiegel, worin beyde Stoffe gemiſcht wurden, wieder in die froſterregende Miſchung, und immer fror alsdann nur das Flüſſige.

In eine Miſchung von ſalzſaurer Kalkerde und Schnee, in der das Thermometer auf — 35° ſtand, wurde ein kleiner Kolben mit ſehr reinem und gut rectificirtem ſchwefelſauren Aether getaucht. Nach einigen Minuten, während deren man das Gefäß hin- und herſchüttelte, wurde der Aether allmählig milchig, und ſetzte ſich dann plötzlich in eine weiße Maſſe, die aus einer Menge kleiner Kryſtalle beſtand. Auch der Aether verlor hiebey viel von ſeinem Geruche. In einer Kälte von — 25° kryſtalliſirte er ſich, als das Gefäß ruhig blieb, in längliche, weiße, glänzende und durchſichtige Blättchen, dem überſäuerten ſalzſauren Kali, oder der Benzoeſäure ähnlich. Alkohol ließ ſich bey dieſer Temperatur nicht zum Frieren bringen.

Man ſieht aus dieſen und den erſten Verſuchen, daß Ammoniak, langſam und allmählig von — 30° bis — 33° erkältet, ſich kryſtalliſirt, indeß es bey einer plötzlichen Kälte von — 38 bis — 40° ſich in eine Art von gelée oder Leim ſetzt, der faſt ohne Geruch iſt. Der Aether friert und kryſtalliſirt ſich ſehr regelmäßig bey — 35°. Daß man den Alkohol in einer ſolchen Temperatur nicht zum Frieren bringen kann, iſt allerdings zu bewundern; es zeigt aber, daß die Beſtandtheile beyder Stoffe in weſentlich verſchiedenen Verhältniſſen und Anziehungen zu einander ſtehen müſſen, und daß Alkohol die einzige thermoſkopiſche Subſtanz iſt, deren man ſich in großer Kälte bedienen kann.

Die Verſuche, mehrere brennbare und ſalzige Gasarten durch Kälte tropfbar flüſſig und gefrieren zu machen, beſonders ſchwefelſaures Gas, ſalzſaures Gas und ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas, blieben fruchtlos. Die meiſten dieſer Gasarten zogen ſich bey dieſer Kälte bis unter $\frac{1}{4}$ ihres vorigen Umfangs zuſammen. Fourcroy hatte die Abſicht, dieſes ihr Zuſammenziehen mittelſt einer Queckſilberröhre zu meſſen, in welcher das Queckſilber beym Zuſammenziehen allmählig ſinkt. Allein das Queckſilber ſank ſo ſchnell und plötzlich, daß es unmöglich war, es beym Sinken wieder zu ergänzen.

Nicht weniger neu und unterhaltend ſind die Verſuche mit künſtlicher Kälte, nach Lowitzens Art erregt, welche der Graf von Muſſin Puſchin, Vicepräſident des Bergwerkscollegiums in Petersburg, ſchon 1797. am 5ten Decemb. in Gegenwart des Herrn Lowitz anſtellte. Er ſetzte in einer ſchicklichen Vorrichtung flußſpathſaures Gas, in welchem Kieſelerde

aufge-

aufgelößt war, dieſer Kälte aus, in Hoffnung, es würde dadurch, gleich dem zündenden Salzgas, in einen feſten Zuſtand gebracht, und die Kieſelerde unter einer merkwürdigen Geſtalt abgeſetzt werden. Allein obgleich die Kälte — 36 bis — 40° nach Reaum. betrug, ſo blieb doch die Flußſpathſäure mit der aufgelößten Kieſelerde in Geſtalt einer elaſtiſchen Flüſſigkeit, und konnte durch dieſe Kälte nicht einmal genöthigt werden, einen Theil der aufgelößten Kieſelerde abzuſetzen. Als man 1 Pfund Waſſer in die Vorlage goß, worin die Säure war, fror dieſes augenblicklich, zugleich ſetzte ſich eine beträchtliche Rinde von Kieſelerde ab, und nach dem Aufthauen war dieſes Waſſer ſehr ſauer, wie ein ſtarker Weineſſig.

Rauchendes Nordhäuſer Vitriolöl, cauſtiſches flüſſiges Ammoniak, und phosphorſaures bis zur Conſiſtenz des Vitriolöls eingedicktes Ammoniak froren, dieſer Kälte ausgeſetzt, zum Theil; die beyden erſtern zeigten ſich dabey in ihrer bekannten Kryſtallenform, das letztere dagegen wie ein ſtreifiges Gewebe. Alle drey blieben eine beträchtliche Zeit hindurch feſt. Rauchender Salpetergeiſt, ſo wie die gewöhnliche Salpeter- und die Salzſäure, konnten, aller Bemühungen ungeachtet, nicht zum Frieren gebracht werden.

Eben ſo wenig gelang es ihnen, nach der Methode des Herrn van Mons eine Miſchung von Waſſer und Alkohol in einer Retorte völlig zum Frieren zu bringen, und dann durchs bloße Auflegen der Hand aus der Retorte in die damit verbundene Vorlage einen Alkohol überzutreiben, deſſen Flüchtigkeit ſo groß ſeyn ſoll, daß 2 Quentchen, welche man aus einer Höhe von 6 Fuß herabfallen läßt, verfliegen, bevor ſie den Boden erreichen. Sie mochten auf 1 Theil

Alkohol 3 oder 2 Theile Waſſer nehmen, nie konnten ſie die Maſſe ganz zum Frieren bringen. Im erſten Falle ſchoß nur $\frac{3}{4}$ der Maſſe auf dem Boden der Retorte in Eisſtrahlen an, und im zweyten gefror höchſtens $\frac{5}{6}$ des Ganzen. Es entſtanden in der Flüſſigkeit innere Bewegungen den Meereswellen gleich; kleine Schichten der Flüſſigkeit erhoben ſich und fielen nieder, wobey ſich zwar von Zeit zu Zeit einige Luftblaſen entbanden, die aber nicht die Urſache dieſer Bewegung ſeyn konnten, welche der Graf vielmehr der Scheidung des Weingeiſtes vom gefrierenden Waſſer zuſchreibt. Als man 10 Theile Waſſer zu 1 Theil Alkohol goß fror zwar faſt die ganze Maſſe, da die Kälte — 38° war, aber ſelbſt wenn man eine ſtark erhitzte eiſerne Schaufel dem Gewölbe der Retorte näherte, ging kein Dampf in die Vorlage über.

Folgende Verſuche betreffen bloß das Gefrieren des Queckſilbers. Zanetti der ältere ſtellte die erſten zu Paris an. Am 14ten Januar miſchte er bey einerley Temperatur von 7° unter dem Gefrierpunkte 8 Theile ſalzſaure Kalkerde, 7 Theile Schnee und 2 Theile ſalzſaures Ammoniak, und that dieſes theils in Glas, theils in ein Porzellangefäß, in welches das Glas zur Vermehrung der Kälte geſetzt wurde. Darauf ſtellte er in die obere Schale ein weites mit Queckſilber gefülltes Glas, und ſah, daß das Metall in wenigen Augenblicken ſeinen flüſſigen Zuſtand verließ. Nach 16 Minuten war es dehnbar und ließ ſich hämmern wie Bley. Dieſes Metall wurde darauf in 6 Unzen Waſſer von 75° Wärme gelegt, nach einigen Minuten wurde es darin wieder flüſſig, und nun zeigte das Waſſer 45° Wärme.

Als

Als er in eine zweyte Miſchung nach denſelben Verhältniſſen ein Glas mit gewöhnlichem Branntwein ſetzte, fror dieſer ſogleich; rectificirter Weingeiſt wurde erſt in einigen Minuten feſt. Als er aber in das Glas ein trockenes Stück Katzenfell legte, fror die Flüſſigkeit gar nicht. Vitriolnaphtha rectificirt, brachte dieſelbe Wirkung hervor, und auch das Affenfell hat dieſelbe Eigenſchaft, das Gefrieren der Flüſſigkeit zu verhindern.

Um dieſelbe Zeit brachte zu Rotterdam Herr W. Rouppe Queckſilber durch künſtliche Kälte, die er nach Lowitz Art durch ſalzſaure Kalkerde und Schnee erregte, zum Gefrieren, ſowohl den 4. Jan. Abends um 7 Uhr, da das Fahrenh. Thermometer auf 19°, und das de Lücſche Hygrometer auf 89° ſtand, als auch den 31. Jan. Morgens um halb 9 Uhr, da erſteres 15° und letzteres 83° zeigte. Ein Queckſilberthermometer in dieſe Miſchung geſetzt fror in einigen Minuten, und das gefrorne Queckſilber fiel beyde mal auf — 100°, indeß ein mit Aether gefülltes und mit jenem gleich ſtehendes Thermometer — 49° zeigte.

Schon einige Jahre vorher hatten Herr Haſſenfratz und einige franzöſiſche Phyſiker Verſuche über die künſtliche Kälte angeſtellt. Es wurde Salpeterſäure, die das ſpecifiſche Gewicht 1,526 hatte, ſo lange mit Schnee verdünnt, bis ſich bey dieſer Miſchung keine Wärme weiter entwickelte. Das ſpecifiſche Gewicht der verdünnten Säure war 1,42, und ihre Temperatur — 9°, dieſelbe als die Temperatur der Atmoſphäre. Darauf machten ſie eine zweyte Miſchung aus 3 Theilen Schnee und 1 Theile Kochſalz, welches noch ſein Kryſtalliſationswaſſer hatte, wodurch eine Temperatur von — 17° entſtand. Dieſe

behielt

behielt die Miſchung unverändert 3 Tage lang, obgleich die Temperatur der Luft zwiſchen + 5 und — 9° ſchwankte. Nur erſt, als alles Salz geſchmolzen war, nahm ſie die Temperatur der Luft an.

In dieſe zweyte Miſchung wurde ein Glas mit Schnee und ein Glas mit der verdünnten Salpeterſäure geſetzt. Letztere erkaltete in einer halben Stunde bis zur Temperatur — 17°, der Schnee hingegen nicht ganz ſo ſtark. Darauf ſchüttete man den Schnee mittelſt eines verzinnten Blechlöffels nach und nach in die Salpeterſäure, und rührte dieſe um. Ein Weingeiſtthermometer, das in der Säure hing, fiel während 10 Minuten ſehr merklich, bis auf — 31°, und das war die größte Kälte, bis zu der man gelangen konnte. Denn wurde alsdann noch mehr Schnee hinzugethan, ſo ſchwamm dieſer in Geſtalt einer kleinen Eiskruſte auf der Säure, und die Temperatur erhöhete ſich.

Bey dieſer äußerſten Kälte ging das Queckſilber in einer Glasröhre, welche ebenfalls in dieſe Miſchung gehalten wurde, in den Zuſtand der Feſtigkeit über, wobey derjenige, der ſie hielt, einen kleinen Stoß in der Hand zu fühlen glaubte, wahrſcheinlich weil das Queckſilber ſich (gleich dem Phosphor) beym Feſtwerden plötzlich in einen kleinern Raum zuſammenzog. Ein Theil des Queckſilbers war kryſtalliſirt. Von dem feſten Zuſtande deſſelben verſicherte man ſich durch Hämmern; Ambos und Hammer waren beyde in der zweyten Miſchung bis auf — 17° erkältet worden. Es ließ ſich dabey ſtark dehnen. Als man es eine Zeit lang in der Hand hielt, entſtand derſelbe Schmerz als beym Verbrennen. Die Stelle, die das Queckſilber

ſilber berührt hatte, ward weiß, unterlief nachher roth und ſchmerzte mehrere Tage lang.

Zuletzt wurden noch folgende zwey intereſſante Verſuche angeſtellt:

1. Man goß in einen Schmelztiegel aus Kohlenſtaub 8 Unzen Queckſilber, deſſen Temperatur nach einem ſehr empfindlichen Thermometer, das in das Queckſilber getaucht wurde, + 8 Grad betrug; das Queckſilber im Thermometer wog 66,88 Decigrammen. In dieſe Queckſilbermaſſe, die alſo überhaupt 2512,61 Decigrammen wog, ſchüttete man 515,9 Decigrammen Queckſilber, das im Begriff zu gefrieren war, indem die Oberfläche, die ſonſt convex ſteht, ſchon concav geworden war. Nach dieſer Vermiſchung ſank das Thermometer auf 0 Grad.

2. Darauf warf man in dieſe Queckſilbermaſſe, wie vorhin, deren Temperatur jedoch nur — 3° betrug, eine Kugel aus gefrornem Queckſilber, ebenfalls wieder 515,9 Decigrammen ſchwer. Nachdem dieſe Kugel gänzlich geſchmolzen war, ſtand das Thermometer auf — 20°.

In beyden Verſuchen ſank das Thermometer ſo ſchnell, daß ſich darüber keine Beobachtung anſtellen ließ; darauf blieb es einen Augenblick ſtehen, und dieß war der Zeitpunkt, zu welchem die angegebenen Thermometerſtände gehören; dann ſtieg es allmählig wieder. In beyden Fällen läßt ſich die Wärme des Kohlentiegels und der Thermometerröhre nicht in Rechnung bringen; doch konnte ihr Einfluß auf das Reſultat der Verſuche nur ſehr geringe ſeyn, da die Kohle ein ſchneller Wärmeleiter iſt.

Setzt

Setzt man die Maſſe des Queckſilbers im Tiegel und in der Thermometerröhre gleich $\alpha = 2512{,}61$ Decigrammen, welche beym erſten Verſuche eine Temperatur von $+8^\circ$, beym zweyten eine von -3° hatte, und die Maſſe des hinzugebrachten gefrierenden Queckſilbers $= \beta = 515{,}9$ Decigrammen, ſo wurde dadurch die Temperatur des Gemiſches im erſten Falle auf 0, im zweyten auf -20° gebracht. Geſetzt alſo, Queckſilber ſey in allen Temperaturen durch eine gleiche hinzukommende Wärmemenge immer gleich ausdehnbar, und es gefriere bey $-n^\circ$: ſo müßte zu Folge des erſtern Verſuchs $8.\alpha = -n\beta$, folglich $n = -\frac{8\alpha}{\beta} = -\frac{20100{,}88}{515{,}9} = -39^\circ$ ſeyn. Allein vermöge eines vorigen Verſuchs iſt der Gefrierpunkt des Queckſilbers, nach einem Weingeiſtthermometer, bey -31°; ein Zeichen, daß das Queckſilber, wenn es zum Gefrieren kommt, von derſelben Wärmemenge nicht ſo ſtark ausgedehnt wird, als in höhern Temperaturen. Darin ſtimmt es mit dem Waſſer überein, welches nahe beym Froſtpunkte durch Wärme ſogar wieder ausdehnbarer iſt, als Glas, und deſſen Ausdehnbarkeit bey höherer Temperatur, zumal beym Siedpunkte, ſehr ſchnell zunimmt. Hätten Tiegel und Glasröhren keine Wärme hergegeben, ſo würde die Temperatur der Miſchung etwas unter 0 geweſen, und daher in der Form $n = -\frac{8\alpha}{\beta}$ ſtatt 8 ein etwas größerer Coefficient hineingekommen ſeyn. Schwerlich dürfte aber dieß ſo viel betragen haben, daß man $n = -39^\circ{,}5$ ſetzen könnte.

Im zweyten Verſuche, wo die Temperatur der Maſſe $\alpha = -3^\circ$, und die des Gemiſches -20°

war, betrug die Erkältung der Maſſe α — 17°. Dieſe Erkältung wurde von zwey verſchiedenen Urſachen bewirkt: 1. durch das Schmelzen der feſten Queckſilbermaſſe β; 2. dadurch, daß die geſchmolzene Maſſe noch bis zu einer Temperatur von — 20° erwärmt ward, wozu, wenn der Gefrierpunkt des Queckſilbers — 31° iſt, 11° Wärme nöthig wäre. Nun aber wurde im erſten Verſuche, indem die Queckſilbermaſſe β ſich nur 31° erwärmte, die Queckſilbermaſſe α um 8° erkaltet. Setzt man daher das Queckſilber in allen Temperaturen gleich ausdehnbar, ſo muß, indem die Maſſe β um 11° erwärmt wird, die Maſſe α ſich um den Theil von 8° erkälten, der 31° von 11° ſind, d. h. um $\frac{8 \cdot 11}{31} = 2{,}84$ Grad.

Zieht man die Wärme, durch welche das flüſſig gewordene Queckſilber β von — 31° bis zu — 32° erwärmt wurde, von der ganzen Wärmemenge ab, welche die ganze Maſſe α bey Vermiſchung mit der gefrornen Maſſe β verlor, d. h. von 17°, ſo erhält man, wie viel von dieſer Wärme beym Uebergange des Queckſilbers β aus dem feſten in den flüſſigen Zuſtand verſchluckt wurde, nämlich ſo viel, daß dadurch die Maſſe α um 14°,16 erkaltet werde, folglich die Maſſe β um ſo viel mal mehr, als ſie kleiner als α iſt, d. h.:

$$\text{um } \frac{\alpha}{\beta} \cdot 14^\circ{,}16 = \frac{2512{,}61}{515} \cdot 14^\circ{,}16 = 68^\circ{,}96.$$

Wenn daher eine gefrorne Queckſilbermaſſe ſchmilzt, und ſich in laufendes Queckſilber von derſelben Temperatur als das gefrorne verwandelt, ſo verſchluckt ſie dabey ſo viel Wärme, daß die Temperatur

von einer gleichen Maſſe laufenden Queckſilbers dadurch um 68°,96, oder von — 31° bis auf + 37,96 erhöht werden würde; vorausgeſetzt, das Queckſilber ſey in allen Temperaturen durch Wärme gleich ausdehnbar. Da es aber in den niedrigern Temperaturen weniger ausdehnbar iſt, ſo iſt der berechnete Wärmegrad von 2°,84 etwas zu klein, mithin die Wärme von 68°,96 etwas zu groß. Sezt man mit Cavendiſh den Froſtpunkt des Queckſilbers auf — 32°,5, ſo findet ſich dieſe Wärme gleich 67°,7. Nun aber weiß man aus ähnlichen Verſuchen, daß Eis bey ſeinem Aufthauen, wenn das Waſſer gleichfalls die Temperatur 0° behält, 60° (nach Black's Verſuch. 62°,2) Wärme verſchluckte. Hiernach ſcheint alſo das Waſſer mit dem Queckſilber ſehr nahe, wo nicht genau übereinzuſtimmen.

Aehnliche Verſuche ſtellte Herr Guyton im Laboratorio der polytechniſchen Schule an. Unter dieſen ſind ihm folgende Erfahrungen eigen: Kali mit Alkohol präparirt, und in einem gleichen Gewichte von Waſſer aufgelößt, fror nicht bey — 43° des Centeſimal-Thermometers.

Ammoniakgas aus recht trockenem Kalke und ſalzſaurem Ammoniak bereitet, das man in zwey zuſammenhangende Ballons, die mit einer froſterregenden Miſchung umgeben waren, aus einem in den andern ſteigen ließ, verdichtete ſich bey einer Kälte von — 41° (32°,8 nach Reaum.) zu einer tropfbaren Flüſſigkeit, die im erſten Ballon bald zu einer feſten Maſſe fror, im zweyten aber flüſſig blieb. Als darauf die Temperatur des Apparats bis auf — 21° ſtieg, wurde die feſte Maſſe des erſten Ballons wieder zu einer tropfbaren Flüſſigkeit, und die Flüſſigkeit des zweyten

zu

zu Gas. Es ſcheint, als ſey das Ammoniakgas, das in die Ballons ſtieg, feucht geweſen, und als habe das beygemiſchte Waſſer das Frieren deſſelben im erſten Ballon veranlaßt. Das, was in den zweyten Ballon überſtieg, war durch den Froſt, den es im erſten erlitten hatte, ausgetrocknet, und verwandelte ſich deshalb nur in tropfbares Ammoniak, welches bey der Rückkehr von hinlänglicher Wärme wieder in den gasartigen Zuſtand überging. Ein Zufall ſtörte dieſen Verſuch, und machte die Reſultate unſicher, daher ſich Guyton vornahm, ihn zu wiederholen.

Guyton ſuchte auch das Verhältniß wieder zu finden, nach welchem Schnee und Salze zu miſchen ſind, um die größtmöglichſte Kälte zu erzeugen. Dieſes beſtimmte er mittelſt einer einfachen Rechnung aus den bekannten Sättigungsverhältniſſen des Waſſers mit Salzen unter verſchiedenen Temperaturen, indem er zeigt, daß dazu gerade ſo viel Salz erfordert wird, als nöthig iſt, um das Waſſer bey der Temperatur, die man bezweckt, völlig zu ſättigen. Denn alsdann muß die Miſchung zerfließen und tropfbar flüſſig werden. Ein Uebermaaß an Salz oder Schnee geht mit dem beygemiſchten Stoffe keine chemiſche Verbindung ein, hindert dadurch das Flüſſigwerden, und gibt Wärmeſtoff her, wodurch die erzeugte Kälte vermindert wird. So z. B. ſättigt 1 Theil Kochſalz 28 Theile Waſſer bey einer Temperatur von — 5°, und ungefähr 5 Theile Waſſer bey einer Temperatur von — 21°,25. Daher muß man 5 Theile Schnee mit 1 Theil Kochſalz miſchen, um eine künſtliche Kälte von — 21°,25 zu erzeugen.

Die Salze, welche beym Schmelzen durch Feuer ihr Kryſtalliſationswaſſer verloren haben, entwickeln, wenn man zu ihnen Waſſer gießt, anfangs Wärmeſtoff, bis ſie ſo viel Waſſer eingeſogen haben, als ſie im feſten Zuſtande faſſen können; dann erſt erzeugen ſie bey ihrer Verbindung mit mehrerem Waſſer Kälte. Man muß daher, um die größtmöglichſte Kälte zu erzeugen, Salze nehmen, die ihr ganzes Kryſtalliſationswaſſer haben. Salzſaure Kalkerde ſchmilzt am Feuer bey + 25°, und wird dann beym Erkalten eine feſte Maſſe; wird ſie gepulvert, und durch ein Haarſieb geſchlagen, ſo nimmt ſie von der Luft von ſelbſt alles verlorene Kryſtalliſationswaſſer wieder an, deſſen ſie, um mit Schnee die größte Kälte zu erzeugen, bedarf.

Guyton erzeugte mit 6 Theilen Schnee und 9 bis 10 Theilen kryſtalliſirter, durch ein Haarſieb geſchlagener ſalzſaurer Kalkerde eine Kälte von — $48\frac{3}{4}$° des Centeſimal, oder von — 39° des Reaum. Thermometers. Und dabey gibt er folgende Vorſichtsregel an. Wenn beym Abkühlen die verdickte Auflöſung der ſalzſauren Kalkerde ſich niederſchlägt, ſo ſetzt ſie ſich in einen feſten Kuchen an die Seitenfläche des Gefäßes ſo feſt, daß man ſie in eine Wärme bringen muß, welche hinreicht, die Oberfläche des Kuchens zu ſchmelzen. Zu dem Ende tauche man das Gefäß in Waſſer von + 25° Wärme, ſo löſt ſich der Kuchen völlig ab. Soll ferner die ſalzſaure Kalkerde ſo viel Kryſtalliſationswaſſer als möglich behalten, ſo muß man ſie nur ſo weit eindicken, daß ihr ſpeciſiſches Gewicht 1,5 bis 1,53 beträgt. Soll ſie aber zur Erzeugung künſtlicher Kälte dienen, ſo kann man ſie ſo weit eindicken, daß ſie beym Erkalten ſich in eine feſte

Maſſe

Maſſe niederſchlägt, wenn man dieſe nur zerſtößt, und durch ein Haarſieb ſchlägt. Denn ſie zieht die Feuchtigkeit der Luft ſo mächtig an ſich, daß ſie ſich dabey ſo viel Kryſtalliſationswaſſer bemächtigt, als ſie nur faſſen kann; und dann läßt ſich mit ihr eine Kälte von — 43° erzeugen. Gerade ſo erregt nicht die concentrirte, ſondern die bis auf einen Grad mit Waſſer verdünnte Salpeterſäure die größte Kälte, und daſſelbe iſt mit allen andern Stoffen der Fall, die vor dem Zerfließen Kälte erzeugen. Sie verbinden ſich mit dem Waſſer zuerſt, nach Art des gelöſchten Kalkes, wobey ſich Wärme entbindet; dann erſt löſen ſie ſich im Waſſer auf, und dadurch entſteht die Kälte.

In der erzeugten Kälte von — 39° Reaum. fror das Queckſilber an den Wänden des Glaſes feſt; noch bey 36° Reaum. ließ es ſich hämmern und ſtrecken, es behielt metalliſchen Glanz, zeigte aber Adhäſion zum Glaſe. Das mit Alkohol präparirte und in ein gleiches Gewicht von Waſſer aufgelößte Kali fror bey jener Temperatur von — 39° Reaum. nicht.

Kali, ein wenig kryſtalliſirt, und Schnee, die beyde bis auf — 45° des Centeſithermometers erkältet waren, erhärteten mit einander, als man ſie vermiſchte. Erſt als die Temperatur bis auf — 37°,5 geſtiegen war, fing die Schmelzung an, und dabey entſtand eine Kälte von — 46° bis — 47° des Centeſithermometers. Daraus ſcheint zu erhellen, daß, wenn man Kali anwendete, welches beym Kryſtalliſiren etwas mehr Kryſtalliſationswaſſer, als das hiebey gebrauchte, behalten hat, man beym Vermiſchen deſſelben mit Schnee dieſelbe Kälte, als durch die Lowitzſche Miſchung, d. h. von — 48¾° erhalten könnte,

und daß dieſe Miſchung nicht eher, als bey — 48° ſchmelzen würde.

Nach **Bergmann's** Beſtimmung werden von 1 Theile Kochſalz, bey — 5° Kälte, 2,8 Theile Waſſer völlig geſchwängert, daher in 1722 Decigrammen einer völlig geſättigten Kochſalzauflöſung ſich unter dieſer Temperatur 1268,4 Theile Waſſer und 453,2 Kochſalz befanden. Als man dieſe Auflöſung einer Kälte von — 20° ausſetzte, ſchlugen ſich 210 Decigrammen Salz daraus nieder. Es blieben alſo noch 243,2 Theile Kochſalz zurück, ſo daß in dieſer Temperatur auf 5 Theile Waſſer 1 Theil Kochſalz bey völliger Sättigung kam. Miſcht man daher Schnee und Kochſalz nach dieſem Verhältniſſe, ſo wird umgekehrt bey ihrem Schmelzen eine Kälte entſtehen, die das Thermometer von — 5 bis auf — $21\frac{1}{4}$° herabbringt. Verändert man dieſe Doſis der Miſchung, ſo iſt, ehe beym Schmelzen die Temperatur auf — 20° herabkommt, an einem der beyden Stoffe Ueberfluß vorhanden; und da dieſer dann eine höhere Temperatur hat, ſo gibt er der gefrierenden Miſchung eine Wärme, und dieſe kann dann nicht bis zu — 20° kommen. Dieſes Raiſonnement beſtätigt die Erfahrung aufs beſte; indem 5 Theile Schnee und 1 Theil Kochſalz gerade mit einander zerſchmelzen, und dabey — 20 bis — 21° Kälte erregen, bey weniger Schnee aber Waſſer hinzugegoſſen werden muß, um das Gemiſch zum Schmelzen zu bringen.

Auf dieſelbe Art läßt ſich das Verhältniß finden, nach welchem Schnee mit jedem andern Salze zu miſchen iſt, um den größten Grad von Kälte zu erregen.

Bey

Bey dem oben beſchriebenen Verſuche mit Ammoniakgas wurde das Glas in einer gläſernen Retorte aus ſublimirtem, und dadurch ſeines Kryſtalliſationswaſſers möglichſt beraubten Salmiak, der mit weißem Marmor gemiſcht ward, über Feuer entbunden. Das Gas ſtieg durch eine Vorlage in einen Apparat, der aus zwey zuſammenhangenden Ballons und aus zwey Flaſchen beſtand. Die Ballons waren leer, die erſte Flaſche enthielt Queckſilber, die zweyte Waſſer. Nachdem die atmoſphäriſche Luft aus den Gefäßen durch die Wärme ausgetrieben war, umgab Guyton den erſten Ballon mit einer froſterregenden Miſchung von — 21¼° Kälte aus Kochſalz und Schnee. Als die Retorte ſich zu erkälten anfing, ſtiegen wäſſerige Dämpfe auf, die ſich in der Vorlage in eine tropfbare Flüſſigkeit, und in dem erſten Ballon in Eis verwandelten. Darauf entband ſich das Ammoniakgas, das man zwar durch das Waſſer in der zweyten Flaſche hindurchgehen ſah, doch nicht im zweyten Ballon wahrnahm. Als aber dieſer Ballon mittelſt einer Miſchung aus ſalzſaurer Kalkerde und Schnee bis auf — 43°,7 erkältet wurde, beſchlugen die Wände deſſelben mit einer tropfbaren Flüſſigkeit, die im Boden des Ballons zuſammenfloſſen. Da ſich die Kälte der Miſchung bis auf — 36¼° vermindert hatte, bildete ſich dieſe Flüſſigkeit nicht mehr; die ſchon gebildete aber blieb in ihrem Zuſtande. Die froſterregende Miſchung wurde darauf erneuert, die Kälte bis auf — 41° bis — 42° verſtärkt, und zugleich die Entbindung des Ammoniakgas beſchleunigt. Die Flüſſigkeit im zweyten Ballon nahm nun zuſehends zu; nur wurde ſehr wenig Gas entwickelt durch die letzte Flaſche, und der Druck auf den fetten Kitt des Ballons, worin die Flüſſigkeit ſich bildete,

war ſo ſtark, daß das Oel aus dem Kitte in den Ballon hinabträufelte, wo es ſogleich feſt wurde. Darauf ließ man die Retorte erkalten, und den Apparat wieder zur Temperatur der Luft gelangen. So wie er ſich dieſer Temperatur näherte, verwandelte ſich die Flüſſigkeit des zweyten Ballons wieder in ein Gas. Dieſes wollte Guyton in eine mit deſtillirtem Waſſer gefüllte Flaſche hineinlaſſen; aber im Augenblicke, da faſt die geſammte Flüſſigkeit ſich wieder in Gas verwandelt hatte, ſtieg das Waſſer aus der zweyten Flaſche ſchnell in den kalten Ballon zurück. Das Waſſer, welches zu Anfange des Verſuchs im erſten Ballon gefroren war, und während der Entwickelung des Gas ſich in wäſſeriges Ammoniak verwandelt hatte, blieb bey einer Temperatur von — $21\frac{1}{4}°$ oder — 17° Reaum. flüſſig.

Daraus ſchien zu erhellen, daß das trockenſte Ammoniakgas, welches alles Waſſers, ſo viel als möglich, beraubt iſt, wenn es durch ein Gefäß gegangen iſt, worin Waſſer bey — 21° Kälte gefriert, ſich in eine Flüſſigkeit unter — 48° Kälte verdichtet, und daß es wieder zur Gasgeſtalt zurückkehrt, ſo wie die Temperatur ſich der der Atmoſphäre nähert. Guyton behielt ſich vor, den Verſuch noch einmal zu wiederholen, um die Reſultate zu beſtätigen, und dabey den Rücktritt des Waſſers aus der letzten Flaſche in den zweyten Ballon ſorgfältig zu vermeiden: überzeugt, daß, wenn dieſer Ballon die Temperatur der Luft ganz wieder erreicht hat, auch nicht ein Tröpſchen Flüſſigkeit darin zurückbleiben werde. Da ein wenig von dieſem Gas, welches mit dem Waſſer im erſten Ballon in Verbindung getreten war, dieſes bey — 21° Kälte flüſſig erhielt: ſo wäre es möglich, daß weniger Waſ-

ſer,

ſer, mit viel mehr Gas verbunden, ſelbſt einer Kälte von — 48°, ohne zu gefrieren, widerſtehen könnte. Ob dieß der Fall ſey, wird ſich bey der Wiederholung des Verſuchs zeigen, wenn man das Gas unmittelbar mit Queckſilber über gut calcinirter Potaſche ſperrt.

In einem Briefe des Herrn van Mons in Brüſſel an Guyton ſchreibt jener, daß es ihm gelungen ſey, eine Kälte von — 53° nach Reaum. zu erzeugen. Dazu bediente er ſich einer Miſchung aus ſalzſaurer Kalkerde und feſtem kauſtiſchen Natrum. Dieſes letztere erhält er aus dem Kochſalze, indem er es mit gebranntem Kalk vermiſcht, dieſen löſcht und dann erkaltet filtrirt. In einer Temperatur, wie ſie in dem ſtark geheitzten Laboratorio war, verläßt die Salzſäure das Natrum, und tritt mit dem Kalke in Verbindung, dieſen verläßt ſie wieder bey einer Temperatur von 40 oder weniger Graden, anfangs zwar nicht ganz, jedoch völlig, wenn die eingedickte Miſchung kalt genug geworden iſt, um in den feſten Zuſtand überzugehen. Alle Flüſſigkeiten, welche ihm zur Hand waren, froren bey dieſer außerordentlichen Kälte. Salzige Auflöſungen ließen ihr Salz fahren, einige in Geſtalt eines Pulvers, andere in Kryſtallenform, unter eigenen Geſtalten. Gold, Silber, Zinn und Bley ließen ſich nicht mehr hämmern, und konnten beynahe zerbrochen werden; eine Feder zerbrach wie Glas, die kryſtalliſirten Salze, von ihrer Mutterlauge getrennt, ſchmolzen bey einer Temperatur, die unter 20 bis 25 Grad war.

Herr Blagden [c]) hat ſehr gut gezeigt, daß die größte ſtatt findende Kälte, welche durch jedes Salz mit Eis

c) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXXVIII. P. II. überſetzt in Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 395.

Eis oder Schnee beym Schmelzen hervorgebracht werden kann, diejenige ſey, bey welcher eine geſättigte Auflöſung eben dieſes Salzes gefriert; denn alsdann fällt die Urſache der Erkältung weg.

Aus allen dieſen Erſcheinungen hat man nun geſchloſſen, daß unter gewiſſen Umſtänden freye Wärme unwirkſam gemacht, und unter andern Umſtänden unwirkſame Wärme wieder frey und wirkſam werden könne. Herr Gren [d]) hat hierüber folgende allgemeine Geſetze feſtgeſtellt:

1. Der freye Wärmeſtoff wird zum unmerkbaren in Körpern, die aus dem Zuſtande der Feſtigkeit in den Zuſtand der Flüſſigkeit übergehen.

2. Der unmerkbar gewordene Wärmeſtoff wird wieder zum freyen und empfindbaren in Körpern, die aus dem Zuſtande der tropfbaren Flüſſigkeit in den der Feſtigkeit übergehen, oder die überhaupt ſich mehr verdichten.

3. Der freye Wärmeſtoff wird gebunden in Körpern, die aus dem Zuſtande der tropfbaren Flüſſigkeit in den des Dampfes übergehen.

4. Der unmerkbar gewordene Wärmeſtoff wird wieder zum freyen und empfindbaren in Körpern, welche aus dem Zuſtande des Dampfes zu tropfbar flüſſigen oder feſten werden.

5.

d) Journal der Phyſik. B. II. S. 24.

5. Der freye Wärmeſtoff wird verſchluckt und zum unmerkbaren, wenn Subſtanzen die Gasgeſtalt annehmen.

6. Der unmerkbar gewordene Wärmeſtoff wird wieder frey, wenn Gasarten ihren luftförmigen Zuſtand verlieren, und zum feſten oder flüſſigen Stoffe niedergeſchlagen werden.

Wirkung der Wärme.

Ueber die Ausdehnungen tropfbar flüſſiger Materien ſind bis jetzt noch wenig zuverläſſige Beobachtungen bekannt. Nach Herrn de Lüc nimmt das Queckſilber von der Temperatur des natürlichen Froſtpunkts an bis zum Siedpunkte des Waſſers in ſeinem körperlichen Inhalte um 0,0185, und das Waſſer um 0,045176 zu; nach le Roy aber erſteres um 0,0168.

Herr Schmidt e) hat über dieſen Gegenſtand mehrere Verſuche angeſtellt. Er nimmt hiebey den körperlichen Inhalt bey 15° Reaum. = 1, und findet, daß er durch die Zunahme der Wärme von 30° Reaum., oder von 15° bis 45° Reaum. zunehme bey

Waſſer - - - - -	um 0,01328
Weingeiſt (eigenth. Gewicht 0,827) -	0,03973
Terpentinöl - - - - - -	0,03708
Baumöl - - - - - -	0,03019
Alkaliſche Lauge (4 Theile Waſſer, 1 Theil Salz) - - - - -	0,01512

Salz-

e) Grens neues Journal der Phyſik. B. I. S. 216 f.

Salzwaſſer (4 Theile Waſſer, 1 Theil Salz) - - - -	0,01515
Doppeltes Scheidewaſſer (eigenth. Gewicht 1,170) - - -	0,02460
Vitriolöl (eigenth. Gewicht 1,893) -	0,02340

Die Hypotheſe des Herrn le Roy, daß die Dünſte in der Luft aufgelößt werden (Th. V. S. 71 f.), hatte unter den Naturforſchern allgemeinen Beyfall erhalten, und einen Unterſchied zwiſchen Dünſten und Dämpfen veranlaßt. Allein Herr de Sauſſüre f) ſuchte aus ſeinen Erfahrungen eine andere Theorie herzuleiten, und nannte Dämpfe oder Dünſte Ausflüſſe, welche ſich aus den Körpern durch die Wirkung des Feuers in die Luft erheben, und in derſelben ſo lange ſchwebend bleiben, bis ſie durch andere Urſachen wieder von ihr getrennt, und in gröberer Form vereinigt werden. Nach ihm gibt es gar keine Ausdünſtung ohne Verdampfung, oder die Luft löſe das Waſſer nicht unmittelbar auf, ſondern erſt vermittelſt des Feuers, die Luft nehme bloß den durchs Feuer erzeugten Dampf auf, und halte ihn aufgelößt in ſich. Er ſucht dieſes aus einem Verſuche mit dem Manometer zu erweiſen, welcher mit Waſſer und Luft in einer Glaskugel eingeſchloſſen war. Denn dieſer zeigte ihm, daß die Ausdünſtung das Volumen der Luft durch eine erzeugte elaſtiſche Materie vermehre, welche dünner als die Luft, und bloß das in Dämpfe verwandelte Waſſer ſey. Hieraus folgt alſo, daß der Waſſerdampf mit der gewöhnlichen Ausdünſtung völlig einerley iſt, nur daß der Waſſerdampf reiner und dünner, und

f) Eſſai ſur l'hygrométrie, eſſ. III. chap. I. des vapeurs élaſtiques.

und das Waſſer bey der Ausdünſtung dichter und mehr mit der Luft verbunden iſt. Erſt dieſer in die Höhe geſtiegene elaſtiſche Dampf ſoll nachher in der Luft aufgelößt werden, und dadurch eine Miſchung bilden, welche von ihm elaſtiſcher aufgelößter Dampf genannt wird, und welche nichts anders ſey, als eine Gattung deſſen, was ſonſt unſichtbare Dünſte oder feuchte Luft genannt wird. Daß die Ausdünſtung eine wahre chemiſche Auflöſung der Dämpfe in der Luft ſey, ſucht de Sauſſüre aus folgenden Gründen zu erweiſen:

1. weil die mit Dünſten geſättigte Luft vollkommen durchſichtig ſey,

2. weil bey zunehmender Wärme die Dünſte verſchwinden,

3. weil ſie bey der Kälte wieder plötzlich erſcheinen, und

4. weil ſie bey einem ſo verſchiedenen Grade der Dichtigkeit der Luft mit derſelben aufs innigſte verbunden ſind.

Zugleich iſt er der Meynung, daß die Auflöſung nicht vollkommen erfolge, wenn ihr nicht eine Bewegung der Luft zu ſtatten käme. Aus dieſer Theorie leitet de Sauſſüre verſchiedene Erſcheinungen in der Luft her. Wenn eine Luftmaſſe, welche mit Dünſten geſättigt worden iſt, eine kältere Oberfläche irgend eines Körpers berührt, ſo ſchlägt ſich ein Theil von dieſen Dünſten an dieſer Oberfläche nieder, oder ſie nehmen, wenn die Temperatur noch über dem Eispunkt iſt, die Geſtalt der Tropfen oder des Thaues an, oder verwandeln ſich bey größerer Kälte in nadelförmiges Eis oder in Schuppen von regelmäßiger Geſtalt,

wie

wie z. B. beym Ausſchlagen der Wände bey einfallendem Thauwetter, beym Reif, beym Gefrieren der Fenſterſcheiben u. dergl. Befindet ſich aber in einer ſolchen Luftmaſſe keine kältere Oberfläche, ſo werden diejenigen Dünſte, welche in eine kältere Luftſchicht kommen, entweder zu kleinen Tropfen, oder zu kleinen gefrornen Nadeln, oder endlich zu hohlen Bläschen, welche in der Luft ſchwimmen und den Himmel trüben. Dieſe kleinen Tröpfchen und Nadeln, welche die erſte Veranlaſſung zum Regen und Schnee ſind, ſind eigentlich keine Dünſte mehr, ſondern wahrer Niederſchlag in Geſtalt des Waſſers; weil ſie aber jedoch in der Luft wegen ihrer Feinheit ſchwebend erhalten werden, ſo belegt ſie de Sauſſüre mit dem Nahmen concreter Dünſte. Sie ſind vorzüglich die Urſache der ſogenannten Höfe, und anderer Lufterſcheinungen, welche Regen ankündigen.

Auch hat Herr de Sauſſüre durch zahlreiche Verſuche gefunden, daß die feuchte Luft etwas leichter, als die heitere und trockene ſey. Er fand, daß die Elaſticität der in einer Kugel eingeſchloſſenen Luft vom höchſten Grade der Feuchtigkeit bis zum höchſten Grade der Trockenheit um $\frac{1}{64}$ abnehme. Wenn nämlich die Temperatur nach Reaum. auf 10° bey einer Barometerhöhe von 27 Zoll war, ſo änderte ſich der Stand des Manometers um 6 Linien, welche den 54ten Theil von 27 Zoll betragen. Weil nun bey der angeführten Temperatur ein Cubikfuß Luft 751 Gran wiegt, und etwa bis zur Sättigung 10 Gran Waſſer auflöſen kann, ſo wird er nach erfolgter Sättigung 761 Gran wiegen, und ſich in einen Raum von $\frac{55}{54}$ Cubikfuß ausdehnen. Daraus erhellet, daß $\frac{1}{54}$ Cubikfuß Raum mit Luft ausgefüllt $\frac{751}{54} = 14$ Gran

Gran, mit Dünſten aber 10 Gran wiege; mithin verhalten ſich die ſpecifiſchen Gewichte der reinen und der mit Dünſten angefüllten Luft wie $751 + 14 : 751 + 10 = 765 : 761$; dagegen die Gewichte der Dünſte und der Luft ſelbſt wie $10 : 14$ ſind.

Einige Phyſiker hatten geläugnet, daß die ſichtbaren Dünſte in der Luft die Geſtalt kleiner Bläschen beſitzen, obgleich ſchon Wolf dieß durch unläugbare Verſuche gezeigt hatte. Um nun dieſe genauer zu beobachten, brauchte de Sauſſüre eine Art von Dampfkugel mit zwey Kugeln. Er verſah eine Glasröhre (fig. 22.), welche unten bey b zugeſchmolzen, bey a aber offen war, mit zwey Kugeln d und c. In die Kugel c brachte er einige Tropfen Waſſer, und erhitzte dieſelbe über einer Weingeiſtlampe. So lange nun die Kugel d noch kalt blieb, ſo lange verdichteten ſich die aus der Kugel c in die Kugel d übergegangenen Dämpfe, und zeigten beym Uebergange eine Wolke aus lauter Bläschen. Wurde aber auch die Kugel d erhitzt, ſo verſchwanden die Dämpfe, die Kugel d war vollkommen durchſichtig und die Dämpfe gingen durch a, wie bey einer Dampfkugel. Wurde die Röhre wieder vom Feuer weggenommen, und die Kugel d mit friſchem Waſſer erkaltet, ſo bemerkte man den blaſenförmigen Dampf in der Kugel d wieder; durch Hülfe eines Vergrößerungsglaſes konnte man die ſchnelle Bewegung der Bläschen leicht beobachten. Uebrigens ſetzt er den Durchmeſſer der kleinſten Bläschen auf $\frac{1}{4560}$, und den der größten auf $\frac{1}{2780}$ von dem pariſ. Zolle.

Alle die Gründe, welche man bisher für die Auflöſung des Waſſers in der Luft aufgeſtellt hatte, ſuchte Herr de Lüc umſtändlich zu widerlegen. Schon in

in ſeinen Unterſuchungen über die Atmoſphäre im II. Bande §. 675. f. beſtreitet er ſie, und behauptet, daß Dämpfe und Dünſte nichts weiter als Verbindungen des Waſſers mit dem Feuer ſind, welche allein wegen ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit in die Luft aufſteigen. Er ſagt, die Wärme mag ſich mit dem Waſſer verbinden, auf welche Art ſie will, ſie mag die Theile des Waſſers entweder in Bläschen verwandeln, oder mit ihnen cohäriren, oder ſie trennen, oder auch die Elaſticität des Waſſers vermehren, ſo wird aus allen dieſem begreiflich, wie Waſſer mit Wärmeſtoff vermiſcht leichter als Luft ſeyn könne. Seine in dieſer Schrift enthaltene Theorie gründet ſich auf folgende vier Sätze:

1. Das Feuer hat mit dem Waſſer eine größere Verwandtſchaft, als mit der Luft. Dieß beweiſen viele Phänomene. Die Luft vermehrt die Wirkung des Feuers auf entzündbare Materien deswegen, weil es ſich mit der Luft nicht ſo leicht verbindet, und daher von dieſer gleichſam zuſammengehalten und auf die brennbaren Materien hingetrieben wird. Das Waſſer hingegen wird die Flamme darum verlöſchen, weil es mit dieſer eine große Verwandtſchaft hat, und mit ihr in Dampf aufgelößt wird. Im luftleeren Raume zerſtreuet ſich daher das Feuer ſehr bald, weil es nunmehr von der Luft nicht mehr zurückgehalten wird. Aus dieſem Grunde wird auch die Wärme deſto geringer, je höher man in die Atmoſphäre kommt. Die untere dichtere Luft hält das Feuer weit mehr zuſammen, als die obere, daher behalten auch die Dünſte in dieſer Luft die Wärme, welche ſie erzeugt hat, eine längere Zeit. Hieraus hat man ſelbſt Grund zu vermuthen, daß der Südwind wärmer als

der Nordwind ſeyn müſſe, weil der Südwind mehr Dünſte mit ſich bringt, und daher ſtärker erwärmt; hieraus iſt es auch begreiflich, daß die Elektricität, welche dem Feuer ſo ähnlich iſt, ſich ſo leicht mit dem Waſſer verbindet, da ſie im Gegentheil mit der Luft keine ſo große Verwandtſchaft hat, und daher durch die Luft von der Zerſtreuung zurückgehalten wird. Daraus folgt alſo, daß die in der Luft ſchwebenden Dünſte ihre Wärme eine Zeitlang behalten müſſen, ob ſie gleich endlich ſelbige verlieren und daher erkalten.

2. In den Körpern iſt allezeit, und ſelbſt in den ſtrengſten Wintern, Feuer genug vorhanden, um Ausdünſtungen zu bewirken. Schon der geringſte Grad von Wärme iſt vermögend, Waſſertheilchen los⸗zureißen, und mit ſich fortzuführen. Da wir nun die abſoluten Größen der Wärme gar nicht kennen, ſo iſt vielleicht der Unterſchied der Temperatur des Sommers in Vergleichung mit dem Abſtande der Tem⸗peratur der abſoluten Kälte, oder des gänzlichen Man⸗gels der Wärme ſehr geringe, ob wir gleich den Un⸗ſchied der Temperaturen im Sommer und Winter durch unſere Sinne wahrnehmen. Daraus läßt ſich erklä⸗ren, warum der Unterſchied der Ausdünſtung im Sommer und Winter ſehr gering iſt, wenn gleich die Ausdünſtung von der Wärme herrührt. Ja es können im Winter Ausdünſtungen ſtärker als im Som⸗mer ſeyn, bey ſolchen Waſſern, welche die äußere Temperatur der Luft nicht annehmen, und daher im Winter warm bleiben. Aus dieſen ſteigen die Dünſte in kalter und ſchwerer Luft leichter, als in der wär⸗mern und leichtern auf.

3 Die Dünſte ſelbſt zeigen, daß das Feuer ihr Vehikel ſey. Denn ſobald die Dünſte Oberflächen

kalter

kalter Körper berühren, ſo ſchlagen ſie ſich nieder, oder werden wieder zu Waſſer, wenn ihnen von den kalten Körpern Wärme genug entzogen wird. Im Jahre 1756. bemerkte Herr de Lüc auf dem Saleve bey Genf eine aus der Tiefe aufſteigende Wolke, und fand, daß das Thermometer ſtieg, da ihn die Wolke umringte, ob ihm gleich dadurch die Sonne entzogen wurde. Da die Wolke vorüber war, und die Sonne ihn wieder beſchien, fiel auch das Thermometer wieder. Ueberhaupt wärmen die Nebel bey kalter Luft, woraus offenbar folgt, daß die aufſteigenden Dünſte mehr Wärme beſitzen, als die ſie umgebende Luft.

4. Die Erfahrung lehrt, daß die Dünſte leichter als die Luft ſind. Früh gegen Sonnenaufgang ſieht man auf einem Berge aus den Flüſſen, Sümpfen und Seen häufig Dünſte aufſteigen, woraus ihre ſpecifiſche Leichtigkeit erhellt. Sobald aber die Luft ſehr warm wird, ſo ſieht man ſehr ſelten Dünſte aufſteigen, obgleich alsdann deſto häufiger Dünſte in die Luft übergehen; daher theilt Herr de Lüc die Dünſte ein in ſichtbare und unſichtbare. Den Unterſchied zwiſchen ſichtbaren und unſichtbaren Dünſten ſucht er bloß darin, daß jene aus gröbern, dieſe aber aus feinern Waſſertheilchen beſtehen. Er ſagt, wenn die Wärme der ausdünſtenden flüſſigen Materie weit größer iſt als die Wärme der Luft, ſo werden ſichtbare Dünſte entſtehen, weil das mit mehr Heftigkeit durchſtrömende Feuer gröbere Theile mit ſich nimmt; die Größe dieſer Theilchen und das Feuer, wovon ſie durchdrungen ſind, werden ihr Aufſteigen befördern, ſie werden alſo ſchnell in die Luft ſteigen, ohne ſich mit ihr zu vermiſchen. Aber wenn der Unterſchied der Wärme zwiſchen Luft und Waſſer geringer iſt, oder gar das

Waſſer kälter als die Luft wird, ſo wirkt das Feuer bloß durch ſanfte Bewegung, und ſtrömt nicht mehr wie ſonſt aus; alsdann löſt es nur kleine Theilchen von dem Waſſer ab, die ſich inniger mit der Luft vermiſchen, und ihre Durchſichtigkeit nicht mehr verhindern.

Aus alle dieſem leitet nun de Lüc den Satz her, daß die ſichtbaren ſowohl als die unſichtbaren Dünſte ſpecifiſch leichter als reine Luft ſind, und dieſe durch die Vermiſchung ſpecifiſch leichter machen.

Dieſes Syſtem über die Dünſte und Dämpfe hat Herr de Lüc in einer andern Schrift [g]) noch weiter ausgeführt.

Nach ihm iſt Waſſerdampf, Waſſerdunſt das unmittelbare Produkt der Ausdünſtung, nämlich ein durchſichtiges ausdehnbares Fluidum. Das, was er in dem vorigen Werke ſichtbare Dämpfe nannte, heißt er hier Nebel, welche keine ausdehnbare Flüſſigkeit, ſondern nur eine Art von Zerſetzung der Waſſerdünſte ſind. Dieſer Waſſerdampf iſt, wie alle ausdehnbare Flüſſigkeiten, zuſammengeſetzt aus einer ſchweren Subſtanz (Baſis), und einem fortleitenden Fluidum (fluidum deferens), von welchem es ſeine elaſtiſche Form hat. Alle übrige tropfbare Flüſſigkeiten, welche verdampfen oder verdunſten, geben ähnliche zuſammengeſetzte elaſtiſche Flüſſigkeiten, die über-

g) Neue Ideen über die Meteorologie. Aus dem Franz. Th. I. Berlin und Stett. 1787. 8.

überhaupt Dämpfe oder Dünſte genannt werden. Die ſpecifiſche Schwere dieſer Dünſte iſt um die Hälfte geringer, als die der gemeinen Luft, d. h. wenn ſie, allein mit der Luft vermiſcht, eine gewiſſe ausdehnende Kraft äußern, ſo iſt ihre Maſſe um die Hälfte geringer, als die eines gleichen Volumens Luft, welche unter denſelben Umſtänden dieſelbe ausdehnende Kraft zeigen würde. Sie können zuſammengedruckt, und dadurch dichter werden, ohne ihre Dampfgeſtalt zu verlieren; jedoch geht dieſe Dichtigkeit bis zu einer gewiſſen Grenze, wo ſie ihr Größtes erreicht, welches aber bey verſchiedenen Temperaturen auch verſchieden iſt. Wenn der Druck dieſe Grenzen überſteigt, ſo zerſetzen ſich die Dünſte zum Theil, bis ſie in die Grenzen wieder zurückgegangen ſind. Hiebey entlaſſen ſie nun etwas von ihrem fortleitenden Fluidum, das ſich als freye Wärme zeigt, und der Theil der Baſis, welcher ſich zerſetzt, bekommt ſeine tropfbare Geſtalt wieder und zeigt ſich als Waſſer. Die Urſache dieſer beſondern Zerſetzung der Waſſerdünſte leitet de Lüc aus einer Neigung der Waſſertheilchen, ſich mit einander zu verbinden, wenn ſie ſich bis auf eine gewiſſe Entfernung genähert haben, her. Dieſe wechſelſeitige Neigung der Theilchen iſt allen Flüſſigkeiten eigen, und ſie macht nebſt einigen Zuſammenhang der Theilchen in der Berührung das Flüſſigſeyn aus. Durch dieſe Annäherung der Theilchen wird das Feuer zwiſchen ihnen ausgetrieben, und ſie vereinigen ſich durch ihre Anziehung zu tropfbarem Waſſer. Sobald ein Theil vom Dampfe zerſetzt wird, ſo breitet ſich der übrige Dampf durch den ganzen vorigen Raum aus, dadurch erhalten die Waſſertheilchen wieder eine ſolche Entfernung von einander, daß die Neigung der Waſſertheilchen, ſich mit einander zu verbin-

den, aufhört, und die Zerſetzung wegfällt. Dieſe wechſelſeitige Neigung der Anziehung der Waſſertheilchen zeigt ſich auf eine merkwürdige Weiſe durch das Waſſerthermometer. Man ſieht dabey, daß das Feuer große Mühe hat, deſſen Theilchen von einander zu entfernen, wenn es im Begriff iſt zu frieren, d. h. wenn die Theilchen ſehr nahe ſind; wenn es ſich aber ſchon von einer größern Menge getrennt hat, daß es weit weniger Widerſtand findet, ſie noch mehr zu zerſtreuen; dieſes iſt ein entſcheidendes Merkmal des Beſtrebens nach Entfernung, welche das Feuer bewirkt. Wenn Waſſertheilchen durch Verwandtſchaft anderer mit ihnen verbundener Subſtanzen, z. B. Waſſer, in welchem etwas Salz aufgelößt iſt, weiter aus einander gehalten werden, ſo wird das Gefrieren durch die größere Entfernung der Theilchen verzögert; es findet aber endlich ſtatt, wenn ſie durch die Erkältung einander ſo nahe gekommen ſind, daß ihre wechſelſeitige Neigung, ſich mit einander zu verbinden, ihre Verwandtſchaft mit den Subſtanzen übertrifft.

Eben ſo zerſetzen ſich die Waſſerdünſte, wenn ihre Theilchen in einen ſolchen Abſtand von einander kommen, daß die Theilchen des Waſſers mehr Neigung haben, ſich zu vereinigen, als mit den Feuertheilchen verbunden zu bleiben; und daraus entſteht ein deutlich feſtgeſetztes Größtes in Anſehung der Dichtigkeit dieſer Dünſte bey derſelben Temperatur. Bey veränderter Temperatur aber ändert ſich dieſes Größte; z. B. bey einer größern Hitze müſſen die Dünſte in ihrer Dichtigkeit weit größer ſeyn, ehe ſie ſich zu zerſetzen anfangen, weil alsdann die Wirkung des Feuers größer iſt; mithin muß die Neigung der Waſſertheilchen, ſich zu vereinigen, durch einen geringern Abſtand ver-

ſtärkt werden, wenn ſie die Wirkung des Feuers vernichten ſoll.

Die Waſſerdünſte ſind nur in Anſehung ihres Ganzen, keinesweges aber in Betracht ihrer Theilchen in einem beſtändigen Zuſtande; denn dieſe verändern ſich immer. Diejenigen Waſſertheilchen, welche ſich ſo nahe kommen, daß ſie ſich verbinden können, zerſetzen ſich, und das Waſſer wird auf einen Augenblick frey; kömmt aber bey dieſer Zerſetzung neues Feuer hinzu, ſo verwandeln ſie ſich wieder in Dampf. Ein beſtändiger Zuſtand der Waſſerdämpfe iſt alſo nur der, wo die Zerſetzungen und Wiedervereinigungen einander merklich in derſelben Maſſe aufheben, mithin in den Theilen das Gleichgewicht halten; bey einer gegebenen Temperatur iſt der Grad der Dichtigkeit oder die mittlere Entfernung der Theilchen, wobey dieß Aufheben ſtatt findet, beſtimmt. Da aber dieſe neuen Zuſammenſetzungen durch das Hinzukommen von mehrerem Feuer in dem Raume begünſtigt werden, ſo wird alsdann dieſer mittlere Abſtand kleiner, oder das Größte in der Dichtigkeit größer; dieſes Größte bey den Waſſerdünſten iſt vermöge der Erfahrung eben daſſelbe ſowohl im luftleeren als im luftvollen Raume. Hieraus erhellet, daß die dazu erforderliche kleinſte Entfernung der Waſſertheilchen, welche das Größte ihrer Dichtigkeit beſtimmt, von den luftförmigen Flüſſigkeiten, womit ſie verbunden ſind, ganz unabhängig ſey. Dieß Größte nebſt ſeinen Veränderungen bey veränderter Temperatur läßt ſich ſchwerlich genau beſtimmen, weil in verſchloſſenen Gefäßen, worin man die Verſuche unmittelbar anſtellen kann, eine Menge bekannter und unbekannter Urſachen die Reſultate abändern können. Eine ungefähre Idee kann man ſich davon

wenig-

wenigſtens auf folgende Art machen: bey einer mittle-ren Wärme und 28 Zoll Barometerhöhe machen die wäſſerigen Dünſte bey ihrem Größten zwiſchen $\frac{1}{50}$ und $\frac{1}{60}$ der ausdehnenden Kraft eines gewiſſen Volumens der Luft aus, und weniger als $\frac{1}{120}$ ihrer Maſſe. Bilden ſich die Dünſte in einem luftleeren Raume, ſo äußern ſie denſelben Druck auf das Manometer. Dar-aus folgt, daß ſie keinen beſtändigen aliquoten Theil der Luft ausmachen, weil dieſer Theil in verdünnter Luft zunimmt, wobey die Luft ſich vermindert, die Quantität der Dünſte aber dieſelbe bleibt.

Die wäſſerigen Dünſte können nicht in einem Raume beſtehen, ſobald ſie darin einen anhaltenden Druck auszuſtehen haben, welcher den Grad der aus-dehnenden Kraft in Anſehung des Größten ihrer Dich-tigkeit übertrifft; denn ſo wenig ein ſolcher Druck die-ſen Grad überſteigt, ſo bringt er doch die Dunſttheil-chen über ihre kleinſte Entfernung zuſammen. Es zer-ſetzt ſich alſo eine gewiſſe Menge, und wenn die Wär-me und der Druck in gleichem Grade fortdauern, ſo erneuert ſich dieſelbe Urſache der Zerſetzung, und es erfolgt hieraus eine gänzliche Zerſetzung der Dünſte. Wenn man aber mit ihnen eine gewiſſe Menge Luft vermiſcht, welche das Uebergewicht des Drucks aus-zuhalten vermag, dieſer mag auch noch ſo groß ſeyn, ſo werden die Dünſte nicht zerſtört, weil alsdann ihre Theilchen nicht über die Grenze der kleinſten Entfer-nung einander nahe gebracht werden können. Auf dieſe Art erhalten ſich die wäſſerigen Dünſte in der at-moſphäriſchen Luft unter dem Drucke des Luftkreiſes; denn da die Luft, womit ſie vermiſcht ſind, den größ-ten Theil dieſes Drucks aushält, ſo werden ihre Theil-chen, welche ſich in der kleinſten nach der Temperatur

ſich richtenden Entfernung befinden, dieſe zu überſchreiten nicht gezwungen.

In eben dem Verhältniſſe, als die Wärme zunimmt, wird auch die kleinſte mittlere Entfernung der Theilchen der Waſſerdünſte kleiner; ſie können eine größere Dichtigkeit erhalten, und erfordern alsdann nicht mehr eine ſo große Beymiſchung von Luft, um den Druck der Atmoſphäre auszuhalten; ſo daß endlich, wenn die Hitze bis zur Temperatur des ſiedenden Waſſers an dem Orte gekommen iſt, die Dünſte den Druck der Atmoſphäre, wie er auch wirklich beſchaffen ſeyn mag, ohne Vermiſchung mit der Luft aushalten.

Die Dämpfe des ſiedenden Waſſers können alſo jeden Druck ertragen, welches von der Natur des Siedens ſelbſt herrührt. Eine jede Flüſſigkeit kocht unter jedem Druck nur alsdann erſt, wenn die in dem Gefäße mittelſt des Feuers hervorgebrachten Dämpfe einen ſolchen Grad der Dichtigkeit erlangen, daß ſie die Flüſſigkeit ſelbſt nebſt dem Drucke, der ſie beſchwert, in die Höhe heben können, und wenn die Flüſſigkeit zugleich einen ſolchen Grad von Wärme hat, daß dieſe Dämpfe, ohne zerſtört zu werden, durch ſie gehen können. So lange alſo die Dämpfe den Grad der Wärme behalten, bey welchem ſie ſich ungeachtet des Drucks der Atmoſphäre bilden konnten, ſo lange ſind ſie auch im Stande ihn zu tragen. Sobald ſie aber in einen kältern Raum kommen, ſo zerſetzen ſie ſich zum Theil, und es erhält ſich nur ſo viel, als bey dem Größten in dieſer neuen Temperatur geſchehen kann. Dieſe Zerſetzung bildet den über dem in freyer Luft kochenden Waſſer ſchwimmenden Nebel. Dieſer verbindet ſich nachher mit dem freyen Feuer,

und

und bildet neuen Dunſt, welcher ſich in die benachbarte Gegend zerſtreuet.

Obgleich das Waſſer beſtändig einerley Grad von Hitze hat, wenn es unter einem und demſelben Druck der Atmoſphäre ſiedet, ſo kann es dennoch dabey unter gewiſſen Umſtänden mehr Hitze annehmen, ehe es ins Kochen kommt. Wenn von Luft gereinigtes Waſſer in einem Gefäße mit enger Oeffnung dem Feuer ausgeſetzt wird, ſo hat zwar die Fläche des Waſſers keinen andern Druck, als den der Atmoſphäre, auszuhalten; allein ſeine Theile äußern wegen der Einſchließung durch die Wände bey der Trennung mehr Widerſtand, und die Dämpfe müſſen mehr Stärke erhalten, um die erſte Trennung zu bewirken.

Die Beſtändigkeit der Hitze des kochenden Waſſers iſt alſo eine unmittelbare Folge des nach der Temperatur beſtimmten Größten in der Dichtigkeit der Dämpfe. Es können ſich in dem Innern des Waſſers keine Dämpfe bilden, außer wenn ſie genug ausdehnende Kraft beſitzen, um ſich hier auszubreiten; ſie erlangen aber dieſe Kraft nur alsdann, wenn die Hitze des Waſſers zu einem gewiſſen Grade gekommen iſt; ſobald ſie denſelben erreicht haben, breiten ſie ſich aus und entweichen. Alsdann kocht das Waſſer, d. h. es wird von den Dämpfen, welche ſich in ihm bilden, aufgehoben und bewegt; und ein ſtärkeres angebrachtes Feuer hat weiter keine Wirkung, als die Ausdünſtung noch heftiger zu machen.

Auch kann das Waſſer ohne zu kochen bloß durch ſeine Oberfläche Dämpfe hervorbringen, welche eben ſo dicht ſind, als beym kochenden Waſſer unter demſelben Druck; es müſſen aber alsdann die ent-

wickelten Dämpfe ſich in einem verſchloſſenen Raume ausdehnen, welcher mit ihnen immer einerley Temperatur hat. Wenn alsdann die Hitze zunimmt, werden die von der Oberfläche abgeriſſenen Dämpfe immer eine dieſer Zunahme gemäße Dichtigkeit annehmen, und allein jedem Druck widerſtehen können. Z. B. wenn man Waſſer oben auf ein Barometer gießt, ſo werden die in der Temperatur der Luft erzeugten Dämpfe das Queckſilber um eine gewiſſe Höhe herabdrucken.

Die Dünſte unterſcheiden ſich von den luftförmigen Flüſſigkeiten durch folgende drey auszeichnende Charaktere:

1. Die luftförmigen Flüſſigkeiten können jeden bekannten Grad des Drucks, ohne ſich zu zerſetzen, aushalten; da die Dünſte ſich zerſetzen, wenn ſie einen zu großen Druck leiden, indem bey ihnen die Theilchen der bloß ſchweren Subſtanz ſo nahe gebracht werden, daß ſie ſich vereinigen können, wobey ſie ihr fortleitendes Fluidum verlaſſen, welches ſeine eigene Wirkung hervorbringt. Bey der Zerſetzung der Waſſerdämpfe zeigt ſich z. B. Waſſer, und das frey gewordene Feuer wirkt als freye Wärme.

2. Weil die luftförmigen Flüſſigkeiten eben ſo gut Miſchungen ſind, wie die Dünſte, ſo ſind ſie auch wie dieſe den Zerſetzungen unterworfen; ſie erleiden ſie aber nur alsdann, wenn zwiſchen ihrer bloß ſchweren und einer andern Subſtanz ſich eine Verwandtſchaft äußert, welche die Verwandtſchaft der erſtern gegen ihr fortleitendes Fluidum überſteigt. Es kann folglich ein luftförmiges Fluidum nicht zerſetzt werden, wenn es in einem hermetiſch verſiegelten Gefäße einge-

ſchloſ-

ſchloſſen iſt. Die Dünſte aber können ſich in einem ſolchen Gefäße zerſetzen, weil ihre fortleitenden Flüſſigkeiten eine Neigung haben, zu entweichen, um ein gewiſſes Gleichgewicht, welches den verſchiedenen Gattungen eigen iſt, wieder herzuſtellen. Daher zerſetzen ſich die Dünſte in einem ſolchen Gefäße, wenn die Wärme von außen geringer wird, um das Gleichgewicht der Temperatur wieder herzuſtellen.

3. Wenn die luftförmigen Flüſſigkeiten einmal gebildet ſind, ſo iſt ihre Zuſammenſetzung beſtimmt, ſie können zwar Einen ihrer Beſtandtheile verlieren und neue erhalten, und dadurch ihre Natur ändern; allein dieß geſchieht nur durch Dazwiſchenkunſt einer andern Subſtanz, und nicht aus einem größern oder geringern Uebermaaße aus denſelben Beſtandtheilen, woraus ſie gebildet ſind. Bey den Dünſten hingegen iſt das Verhältniß der reſpektiven Mengen derſelben Beſtandtheile ſehr abwechſelnd, es hängt nämlich von ihrem comparativen Ueberfluß ab. Und weil ihre ausdehnende Kraft von ihrem fortleitenden Fluidum herrührt, ſo wird ſie bey übrigens gleichen Umſtänden größer, wenn dieß Fluidum verhältnißmäßig in größerer Menge zugegen iſt.

Dieſe drey Kennzeichen der Dünſte in Vergleichung mit den luftförmigen Flüſſigkeiten, rühren von einerley Urſache her, nämlich von der ſchwachen Verbindung der bloß ſchweren Subſtanz mit ihrem fortleitenden Fluidum. Daher kommt es, daß dieſe ſchwere Subſtanz die andere verlaſſen kann, um gewiſſe es betreffende Gleichgewichte herzuſtellen. Aus eben der Urſache kommt es endlich auch, daß ein größeres Uebermaaß des fortleitenden Fluidums, derſelben Menge der bloß ſchweren Subſtanz mehr ausdehnende

Kraft gibt; entweder, weil dadurch eine geringere Menge derſelben in jedem Theilchen des Dunſtes bewirkt wird, oder weil mehr fortleitendes Fluidum frey iſt und ſich mit den Theilchen der bloß ſchweren Subſtanz verbinden kann, welche ſich in jedem Augenblicke bey hinlänglicher Nähe vereinigt hätten. Die luftförmigen Flüſſigkeiten aber halten das fortleitende Fluidum mit einer Permanenz an ſich, welche ganz allein durch chemiſche Zerſetzung aufgehoben werden kann.

Herr Monge und andere Anhänger des Auflöſungsſyſtems glaubten aus dieſem Grunde einen Unterſchied zwiſchen Verdampfung und Ausdünſtung machen zu müſſen, weil bey der Ausdünſtung viel weniger Wärmeſtoff verſchluckt werde, als bey der Verdampfung des Waſſers, und daher müſſe nothwendig die Luft als ein Auflöſungsmittel durch ihre Anziehungskraft die Wirkung des Wärmeſtoffs unterſtützen. Allein folgende von de Lüc und Watt [h]) angeſtellte Verſuche lehrten das Gegentheil. Man füllte ein Gefäß von etwa 8 Zoll Durchmeſſer mit Waſſer von höherer Temperatur, als die der umgebenden Luft war, an, welches folglich in ſelbiger ausdünſten mußte. In dieſes Waſſer ward ein Thermometer gebracht, welches durch gelindes Umrühren den Verluſt der Wärme des Waſſers genau zeigte. Das Gefäß mit dem Thermometer wurde an eine genaue Wage gehängt, welche zugleich das Gewicht des ausgedunſteten Waſſers angab. Ferner wurde ein anderes Gefäß von eben der Abmeſſung mit einer gleichen Quantität Waſſer von derſelben

h) Annales de chimie. T. VIII. p. 73. Prüfung einer Abhandlung des Herrn Monge in Grens Journal der Phyſik. B. VI. S. 125 u. f.

ben Temperatur angefüllt, und in einer geringen Entfernung von dem vorigen aufgeſtellt; aber um die Ausdünſtung des Waſſers zu verhindern, mit Papier, das in Oel getränkt war, bedeckt. Man verglich nun den Verluſt der Wärme in beyden Gefäßen, und fand aus dem Ueberſchuſſe des Verluſts in dem unbedeckten Gefäße, mit dem Verluſte des Gewichts zuſammengehalten, daß die Verdunſtung für ſich allein dem Gefäße eine verhältnißmäßig größere Quantität Wärmeſtoff entzogen hatte, als die Dämpfe des kochenden Waſſers, bey gleichem Gewichte, enthalten. Dieß gibt daher einen Beweis, daß das Waſſer bey unmerklicher Ausdünſtung verhältnißmäßig mehr Wärmeſtoff verſchlucke, als beym Sieden. Eben dieß zeigten noch andere Verſuche des Herrn Watt. Dieſe lehrten zugleich den Satz, daß die Dämpfe deſto mehr Wärmeſtoff enthalten, je dünner ſie ſind. Noch weiter beweiſen die Verſuche der Herren Lavoiſier, la Place und Watt[i]), daß die Verdunſtung eines einzigen Waſſertropfens in der toricelliſchen Leere verurſache, daß das Queckſilber gerade um $\frac{1}{2}$ Zoll herabſinkt, wenn die Wärme ungefähr 57 Grade nach Fahrenheit iſt. Es hält folglich die expanſive Kraft des Dampfes dem Druck einer Queckſilberſäule von $\frac{1}{2}$ Zoll Höhe das Gleichgewicht. Auch bey einem Verſuche, welchen Nairne bey einer unter der Glocke auf $\frac{1}{1000}$ mal gebrachten Verdünnung der Luft anſtellte, verurſachte die Verdampfung des Waſſers bey 54° nach Fahrenh., daß die Säule einer gewöhnlichen Barometerprobe auf $\frac{1}{2}$ engliſchen Zoll ſtieg. Aus dieſen Verſuchen, bey welchen die Luft gänzlich ausgeſchloſſen, oder doch wenigſtens ſo ſehr verdünnt war,

i) Neue Ideen der Meteorologie. Th. I. §. 20.

war, daß man ihr keine merkliche Wirkung zuſchreiben konnte, folgt, daß die Luft als Auflöſungsmittel die Ausdünſtung nicht bewirken konnte. Es findet aber auch die nämliche wirkende Kraft der Ausdünſtung bey gegenwärtiger Luft ſtatt, wie de Sauſſüre auf folgende Art gezeigt hat: Er ſtellte in ein mit Luft ausgefülltes Gefäß, das er durch Salze ausgetrocknet hatte, ein Barometer, legte feine Leinwand hinein, und ſchmolz das Gefäß zu, nachdem das Thermometer auf 27 Zoll ſtand, und der Wärmegrad etwa 64° nach Fahrenh. war. Die Ausdünſtung des Waſſers im Gefäße brachte bey ihrem höchſten Grade die Höhe des Barometers auf 27½ Zoll, folglich war die Wirkung des Dampfs abermals dem Drucke einer Queckſilberſäule von ½ Zoll gleich. Da nun bey den Verſuchen in der torricelliſchen Leere, und unter der ſehr verdünnten Luft unter der Glocke die Luft an der Wirkung der Ausdünſtung gar keinen Antheil haben konnte, ſo kann man annehmen, daß auch bey gegenwärtiger Luft dieſelbe nicht die Urſache der Ausdünſtung ſey. Aus alle dieſem zieht nun Herr de Lüc überhaupt den Schluß, daß in allen Fällen der Verdampfung, ohne auf die Abweſenheit und Gegenwart der Luft zu ſehen, derjenige Theil, welcher dampfförmig wird, dem übrigen Theile eine Menge Wärmeſtoff entzieht, welche deſto größer wird, je dünner das Mittel iſt, worin der Dampf erzeugt wird. Es ſey alſo der Erfahrung ganz entgegen, wie gemeiniglich angenommen würde, daß bey der unmerklichen Ausdünſtung weniger Wärme verſchluckt werde, als bey der Bildung der Dämpfe.

Gegen die von Herrn de Sauſſüre angeführten Gründe gegen des Herrn de Lüc's Theorie: nämlich

1. die vollkommene Durchſichtigkeit einer mit Dunſt geſättigten Luft, 2. das Verſchwinden der Dünſte durch die Wärme, 3. ihr plötzliches Erſcheinen durch die Kälte, und 4. ihre innige Verbindung mit der Luft, ungeachtet ihres Unterſchiedes in der Dichtigkeit der Luft, antwortet Herr de Lüc auf folgende Art: Die Erfahrung lehre hinlänglich, daß die Dämpfe und Dünſte, ſelbſt die, welche ſich im leeren Raume bilden, beſtändig durchſichtig blieben, ſo lange ſie den Wärmegrad bey ſich behielten, bey welchem ſie erzeugt wären. Was das Verſchwinden der Dünſte durch die Wärme betreffe, ſo müſſe man, wie Sauſſüre ſelbſt gethan habe, einen Unterſchied unter bläschenförmigen und elaſtiſchen Dünſten machen; die elaſtiſchen Dünſte verſchwänden nicht, indem ſie nie ſichtbar wären, ſondern nur die bläschenförmigen, welche aus ſichtbaren unſichtbare würden, wenn die Zunahme der Wärme ſie in elaſtiſche verwandelte. In Anſehung der Erſcheinung des Dunſtes durch die Kälte wäre dieſe eine natürliche Folge durch die Entziehung des Wärmeſtoffs. Es gäbe nämlich bey einer jeden Temperatur ein Maximum der Verdampfung oder der Ausdünſtung, d. h. wenn in einem gewiſſen Raume, er ſey mit Luft erfüllt oder luftleer, ſich die elaſtiſchen Dämpfe erhalten ſollen, ſo muß auch dieſer Raum die Temperatur des verdunſteten Waſſers ſelbſt enthalten. Sobald alſo dieſe Dämpfe in eine kältere Luftſchicht kämen, ſo würde ihnen ein Theil des Wärmeſtoffs entzogen, wodurch natürlich ein Theil der feinen Waſſertheilchen zerſetzt, und dadurch dem Auge ſichtbar werden müſſe; folglich ſey dieſe Erſcheinung bloß die umgekehrte von der zweyten. Es liege alſo in dieſen drey Phänomenen nichts, was auf die Idee von einer Auflöſung der Dünſte durch

die Luft leitete, weil ſie ohne dieſe weit natürlicher erklärt werden könnten. Was endlich die letzte Erſcheinung betrifft, ſo wären die Dünſte in jedem Zuſtande, ſelbſt alsdann, wenn ſie ihr Maximum erreicht hätten, ſpecifiſch leichter als die Luft, der ſie beygemiſcht ſind, wenigſtens in der ganzen Höhe der Atmoſphäre, wo ihre Phänomene beobachtet werden könnten. Sie könnten demnach, ſobald ſie ſich in die Luft erhoben hätten, und ſo lange ſie hier in einem unſichtbaren Zuſtande verblieben, keine Art von Modifikation erleiden, ohne daß die Luft, mit der ſie vermiſcht ſind, ſie nicht erlitte und ſelbſt niederſtiege: insbeſondere wirkte die Verminderung der Wärme in dieſem Betracht nur auf ſie, wie auf die Luft, und beyde Flüſſigkeiten könnten in der Atmoſphäre durch ihre Verdichtung nicht herabſinken. Wenn die Wärme abnähme, ſo ſenke ſich eine Luftſchicht, ſie ſey rein oder mit Dünſten vermiſcht, nicht durch ihre eigene Verdichtung, welche nur auf ihre Dichtigkeit wirke, ſondern durch die Verdichtung der untern Schichten. Daher könnten die elaſtiſchen Dämpfe, wenn ſie einmal in die Atmoſphäre durch ihre ausdehnende Kraft und ihre ſpecifiſche Leichtigkeit aufgeſtiegen ſind, niemals wieder herabſinken, ſo lange ſie dieſen Zuſtand behielten.

Le Roi hatte angeführt, die Luft könne deſto mehr verdünſtetes Waſſer enthalten, je wärmer ſie ſelbſt ſey, und er glaubte hierin die bekannte allgemeine Eigenſchaft aller Auflöſungsmittel wieder zu finden. Allein de Lüc erklärt dieſen Umſtand ganz anders. Nämlich die Wärme der umgebenden Mittel beſtimmt in allen Fällen den Grad der Dichtigkeit, bey der ſich die ſchon hervorgebrachten Dämpfe erhalten können; dieſes findet ſowohl im luftleeren, als

als auch im luftvollen Raume ſtatt. Sollen die Dämpfe in irgend einem Raume, mit oder ohne Luft, erhalten werden, ſo muß dieſer Raum wenigſtens die Temperatur des verdunſtenden Waſſers ſelbſt haben. Bey dieſem Gleichgewichte entſtehen nun deſto mehr Dämpfe, je höher die Temperatur ſteigt. Dieß iſt alſo der einzige Einfluß der Wärme der Luft, der ſich nicht ſowohl auf die Entſtehung der Dünſte, als vielmehr nach derſelben auf ihre Erhaltung in dem mit Luft angefüllten Raume erſtreckt.

Noch hat man gegen de Lüc eingewendet, daß die Luft das Waſſer fallen laſſe, ſobald ſie in einem verdünnten Zuſtande wäre, und man hat ſich deßwegen auf die Erfahrung des Herrn Nollet berufen, nach welcher ſich Dampf unter der Glocke der Luftpumpe niederſchlage, wenn der von Luft verdünnte Raum über dem naſſen Leder gemacht werde. Allein dieſen Einwurf hat ſchon de Sauſſüre widerlegt. Dieſer hat nämlich gezeigt, daß der Dampf aus dem feuchten Leder und aus dem übrigen Körper der Luftpumpe entſtehe, indem bey immer mehr verdünnter Luft, folglich bey vermindertem Druck derſelben, die Feuchtigkeit mehr verdampfe. Hieraus läßt ſich vielmehr beweiſen, daß die Verdünnung der Luft die Ausdünſtung befördere, die Verdichtung hingegen derſelben hinderlich ſey. Herr Wilke, welcher verſchiedene Verſuche, wie bereits oben angeführt iſt, wegen der Ausdünſtung in verdünnter Luft unter der Glocke einer Luftpumpe anſtellte, bemerkte mit Verwunderung, daß die Verdünnung der Luft mehr Trockenheit als Feuchtigkeit bewirke, welches durch die Verſuche des Herrn de Sauſſüre vollkommen beſtätigt iſt. Herr de Lüc zeigt, daß dieſe Erſcheinung ſich ſehr leicht erklären

laſſe,

laſſe, wenn man den Dampf unter der Glocke bloß als mit der Luft vermiſcht betrachtet. Wenn man nämlich, ſagt er, einen Theil der Dämpfe mit der Luft unter der Glocke der Luftpumpe durch das Auspumpen wegnimmt, ſo bliebe anfänglich die Feuchtigkeit auf demſelben Grade; bald aber dringe aufs neue ſeines Waſſers beraubtes Feuer in den Raum der Glocke durch die Wände, und da nach der Vorausſetzung die Subſtanz des Hygrometers und die in der Glocke gebliebenen Dünſte hier die einzigen Quellen des Waſſers ſind, ſo raubt ihnen dieß neue Feuer daſſelbe, und die Feuchtigkeit nimmt ab.

Als einen vorzüglichen Beweisgrund, daß die Ausdünſtung Waſſer, in Luft aufgelößt, ſey, führt man an: das der freyen Luft ausgeſetzte Waſſer enthalte jederzeit eine beträchtliche Menge Luft, welche ſich unter der Luftpumpe oder auch durchs Kochen heraustreiben laſſe, und daher ſey das Waſſer ein Auflöſungsmittel der Luft; da nun alle Auflöſungen wechſelſeitig wären, ſo müſſe auch die Luft ein Auflöſungsmittel des Waſſers ſeyn. Allein es läßt ſich nicht wohl begreifen, wie aus der innigſten Vereinigung des Auflöſungsmittels mit der aufgelößten Subſtanz dieſe von jenem durch eine bloße Verminderung des Drucks ſollte abgeſchieden werden können, und überhaupt iſt es wohl mehr als wahrſcheinlich, daß die aus dem Waſſer unter dieſen Umſtänden ſich entwickelnde Materie mehr Waſſerdampf, als wirkliche Luft iſt.

Herr Pictet [k]) führt einige merkwürdige Verſuche an, die er im Januar 1786. mit einem Sauſſüriſchen

k) Verſuche über das Feuer. A. d. Franz. Tübing. 1790. 8. S. 135 f.

riſchen Haarhygrometer angeſtellt hat, das in einem luftleeren mit Waſſerdunſt bis zur größten Feuchtigkeit angefüllten Ballon eingeſchloſſen war. In kälterer Temperatur ſollte dieſes Hygrometer auf dem höchſten Feuchtigkeitspunkte ſtehen bleiben; in wärmerer hingegen mehr Trockenheit zeigen. Allein wider Vermuthen war der Erfolg ganz anders. Brachte Herr Pictet den Ballon in eine kältere Temperatur, ſo ging das Hygrometer in den erſten Augenblicken ſchnell auf mehrere Trockenheit zu; dagegen ruckte es allemal gegen den Feuchtigkeitspunkt, ſobald er den Apparat in die wärmere Temperatur zurückbrachte. Dieſe ſonderbaren Erſcheinungen, ſagt Pictet, laſſen ſich gar nicht erklären, wenn man nicht mit de Lüc das Feuer unmittelbar als das fortleitende Fluidum der Feuchtigkeit annimmt. Denn nur unter dieſer Vorausſetzung läßt ſich begreifen, wie das Feuer bey der erſten Erkältung, indem es das Haar des Hygrometers plötzlich verläßt, demſelben zugleich einen Theil der Feuchtigkeit, mit der es geſättigt war, entreißt; hingegen bey der Erwärmung den Thau, der ſich an den Wänden des Ballons geſammelt hat, mit ſich nimmt, und dem Haare als Feuchtigkeit zuführt. Iſt der Ballon nicht luftleer, ſo braucht das Feuer einige Zeit, um die Luft zu durchdringen, und die vorigen Erſcheinungen zeigen ſich nicht mehr, weil nun das Haar hinlängliche Zeit hat, ſeinen gehörigen hygrometriſchen Gang anzunehmen.

Aus dem Satze, daß die Wärme die Feuchtigkeit mit ſich fortführt, erklärt Herr Pictet den Umſtand, daß Höhlen und unterirdiſche Orte im Winter trocken und im Sommer feucht ſind. Er führt auch zum Beweiſe, wie wirkſam das Feuer bey der Verdünſtung

ſey, wenn es nicht von der Luft gehindert wird, die Erſcheinung an, daß ſich in Barometern, die man an die Sonne ſetzt, das Queckſilber deſtillirt, und im luftleeren Raume in Tropfengeſtalt an die Wände der Röhre ſetzt. Er ſchließt aus dem allen: die Theorie der Ausdünſtung gewinne merklich an Einfachheit und Deutlichkeit, wenn man die Wirkung der Luft ganz ausſchließe; man könne alle Phänomene aus der Wirkſamkeit des Feuers allein erklären, die Luft zeige ſich in allen Fällen mehr hinderlich, und ſey daher nie für etwas anders, als für ein durch Zuſammenhang bloß phyſiſch mitwirkendes Medium anzuſehen.

Endlich hat Herr de Lüc in einem eigenen Aufſatze [1]) über die Ausdünſtung folgende hieher gehörige Sätze zur Ueberſicht zuſammengeſtellt:

1. So oft Waſſer verdunſtet, wird ein expanſibles Fluidum (Waſſerdampf) erzeugt, welches aus Waſſer und Feuer zuſammengeſetzt iſt.

2. So lange dieſes Fluidum die Dampfgeſtalt behält, hat es mit der umgebenden Luft gleiche Elaſticität. Es iſt aber nicht permanent elaſtiſch, ſondern läßt ſich durch einen gewiſſen Grad von Druck und durch Abkühlung zerſetzen.

3. Das Hauptkennzeichen des Waſſerdunſtes beſteht darin, daß er ein beſtimmtes Maximum der Dichtigkeit bey einer gegebenen Temperatur hat, welches Maximum mit der Temperatur ſelbſt wächſt. Iſt er zu dieſem Maximum gelangt, ſo zerſetzt ihn jede Abkühlung, weil jetzt ſein voriges Maximum für die neue

1) Philoſ. Tranſact. for 1792. P II. p. 400. überſetzt in Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 141.

neue Temperatur zu groß iſt; auch zerſetzt ihn jede Zunahme des Drucks, weil jetzt ſeine Dichtigkeit für dieſe Temperatur zu groß wird.

4. So hängt auch der Grad des Drucks, welchen der Waſſerdunſt ausübt, oder den er ohne Zerſetzung ertragen kann, von der Temperatur ab. Unter übrigens gleichen Umſtänden iſt dieſer Druck der Dichtigkeit proportional.

5. Waſſerdunſt wird bey jeder Temperatur gebildet, wenn anders der umgebende Raum ſeine Ausdehnung zuläßt. Muß er aber zu ſeiner Bildung ein Hinderniß überwinden, das im geringſten ſtärker iſt, als das Maximum ſeiner der Temperatur gemäßen Kraft, ſo kann kein Dunſt gebildet werden. Iſt er endlich unter einem Drucke gebildet worden, der ſeine Kraft nicht überſtieg, ſo wird er, wenn dieſer Druck zu- oder die Temperatur abnimmt, ſelbſt um ein geringes, ganz und gar zerſetzt.

6. Dieſes beſtimmt nun ſowohl den Grad der Hitze, wobey das Waſſer ſieden kann, als auch die Veränderungen dieſes Grades bey Veränderungen des Drucks. Denn das Sieden iſt derjenige Zuſtand einer tropfbaren Flüſſigkeit, wobey im Innern derſelben beſtändig Dampf gebildet wird. Eine ſolche expanſive Kraft im Dampfe hängt von einem gewiſſen Grade der Dichtigkeit ab, der ſolchergeſtalt durch den Grad des Drucks beſtimmt wird.

Die Beſtändigkeit des Grades der Siedhitze bey einem gegebenen Drucke rührt von dem Gleichgewichte her, das beſtändig zwiſchen der Quantität des Feuers, welches das Waſſer zu durchdringen fortfährt, und der Quantität deſſen ſtatt findet, das zur Ver-

dampfung verwendet wird. Die Verſchiedenheiten bewirken nichts weiter, als eine ſchnellere oder langſamere Dampfbildung.

7. Hieraus erklärt ſich auch der Unterſchied zwiſchen den Phänomenen des Siedens und der gemeinen Verdünſtung. Das erſte erfordert einen beſtimmten Grad der Hitze, weil im Innern des Waſſers kein Dampf gebildet werden kann, ohne wenigſtens denjenigen Grad der Dichtigkeit zu haben, bey dem er den Druck der Atmoſphäre über der Waſſerfläche für ſich allein überwinden kann. Bey der gemeinen Ausdünſtung hingegen wird der Dampf an der Oberfläche des Waſſers durch jede Temperatur gebildet. Er trifft hier keinen Widerſtand an, den er nicht immer überwinden könnte; denn er vermiſcht ſich mit der Luft, und dehnt ſie im Verhältniſſe ſeiner Menge ſo aus, als es eine neue Quantität Luft thun würde.

8. Waſſerdunſt durch gemeine Ausdünſtung gebildet, iſt ſchlechterdings von eben derſelben Temperatur, als der Dampf des ſiedenden Waſſers: und in Rückſicht des Drucks, den er erleidet, iſt er in demſelbigen Zuſtande, als wenn er durch Ausdünſtung unter einer luftleeren Glocke hervorgebracht wäre. Im letztern Falle, wo der Druck der Atmoſphäre weggenommen iſt, hat der Dunſt im eingeſchloſſenen Raume bloß ſeinen eigenen Widerſtand zu überwinden; und in der freyen Luft findet das nämliche ſtatt, weil der Druck der Atmoſphäre von der Luft getragen wird, mit welcher der Dunſt ſich vermiſcht. Dieß beſtätigen auch die Verſuche. Bey einer Temperatur von 65° nach Fahrenh. wird durch das Maximum der Verdünſtung in einer luftleeren Glocke eine Queckſilberſäule von einem halben Zolle erhalten; und wenn man bey eben

der

der Temperatur eine Glocke mit Luft von der Dichtigkeit der äußern anfüllt, ein Barometer darunter ſetzt, und nun in der wohl ausgetrockneten Glocke durch hineingebrachtes Waſſer das Maximum der Verdünſtung hervorbringt, ſo ſteigt das Queckſilber im Barometer hier ebenfalls um einen halben Zoll. Ein Beweis, daß der Waſſerdunſt, mit Luft vermiſcht, an ſich nicht mehr Druck ausübe, als im luftleeren Raume: nur daß in jenem Falle dieſer Druck ſich mit dem Drucke der Luft verbindet.

Uebrigens iſt Herr de Lüc noch der Meynung, daß ſich ſelbſt der Waſſerdunſt durch eine uns unbekannte Naturoperation in der Atmoſphäre in Luft verwandele, und umgekehrt in der Luft wieder zerſetzt werden könne, und in mannigfaltiger Geſtalt auf die Erde herabfalle.

Die neuern franzöſiſchen Chemiker haben das Auflöſungsſyſtem nach le Roi mit ihrem Gebäude der Chemie in Verbindung gebracht. Das weſentliche deſſelben beſteht nach Girtanner [m]) in folgendem:

Feſtigkeit, Flüſſigkeit und Elaſticität ſind drey verſchiedene Eigenſchaften, welche nur verſchiedene Zuſtände eines und deſſelben Körpers bezeichnen, und welche bloß von dem verſchiedenen Grade der Temperatur, d. h. von der größern oder geringern Menge von Wärmeſtoff in ihrer Miſchung abhängen. Es ſind drey verſchiedene Zuſtände, durch welche alle Körper in der Natur ſucceſſive gehen können. Das Waſſer

m) Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8.

ſer z. B. iſt bey einer Temperatur unter 0 Reaum. ein feſter Körper, Eis. Bey einer höhern Temperatur von 80° Reaum. wird das Anziehen ſeiner kleinſten Theile noch geringer. Dieſe folgen nunmehr der zurückſtoßenden Kraft des Wärmeſtoffs, und das Waſſer verwandelt ſich in Dampf, in Gas, in eine luftförmige, elaſtiſche Flüſſigkeit. Ehe ſich aber ein Körper in eine luftförmige Flüſſigkeit verwandeln kann, muß derſelbe ſehr elaſtiſch werden; er muß ſo viel elaſtiſche Flüſſigkeit, ſo viel Wärmeſtoff aufnehmen, daß ſeine Elaſticität größer wird, als die Elaſticität der Atmoſphäre. Wird die Elaſticität der Atmoſphäre oder der ſogenannte Druck derſelben weggenommen, ſo verwandeln ſich viele Körper in Gas, welche ſich außerdem nie in Gas verwandelt haben würden. So würden wir z. B. ohne Druck der Atmoſphäre die Naphtha nicht anders kennen, als unter der Geſtalt einer elaſtiſchen Flüſſigkeit.

Die verſchiedenen Arten von Gas benennt man am beſten nach ihrer Grundlage, d. h. nach demjenigen Körper oder Stoffe, der, mit dem Wärmeſtoffe verbunden, jede beſondere Art von Gas ausmacht. Der Wärmeſtoff iſt allen gemein und weſentlich nothwendig. Diejenige elaſtiſche luftförmige Flüſſigkeit, welche aus dem Waſſer entſteht, wenn daſſelbe in eine Temperatur gehalten wird, welche größer iſt, als der Siedpunkt, heißt dem zu Folge Waſſergas. Im gemeinen Leben nennt man dieſes Gas Waſſerdämpfe. Zwiſchen einem ſogenannten Dampfe und einem Gas findet gar kein weſentlicher Unterſchied ſtatt.

Alle Arten von Gas, die wir kennen, löſen Waſſer auf.

Ein

Ein Körper kann aus dem tropfbaren Zuſtande in den elaſtiſchen übergehen:

1. Durch die Wirkung des Wärmeſtoffs. Dieſer Uebergang wird Verdampfung genannt.

2. Durch eine hinlängliche Abnahme des äußern Drucks. Auch in dieſem Zuſtande wird eine beträchtliche Menge Wärmeſtoff eingeſogen und gebunden. Dieſer Wärmeſtoff wird den benachbarten Körpern entzogen, und dieſe werden daher während des Verdampfens der Flüſſigkeit kälter. So verdampft z. B. das kalte Waſſer unter der Glocke einer Luftpumpe, und verurſacht Kälte.

3. Durch die Wirkung einer ſchon vorher vorhandenen elaſtiſchen Flüſſigkeit. Auch in dieſem Falle wird ſehr viel Wärmeſtoff eingeſogen und gebunden. Dieſer Wärmeſtoff wird den benachbarten Körpern entzogen, welche daher erkalten. So löſt ſich z. B. das Waſſer in der Atmoſphäre auf, vermehrt den Umfang derſelben, und erkältet ſie, im Verhältniſſe der Menge und der Schnelligkeit jener beſondern Art von Löſung, welche man Verrauchung (evaporatio) nennt. Die der Verrauchung günſtigen Umſtände ſind

a. eine höhere Temperatur der aufzulöſenden tropfbaren Flüſſigkeit,

b. eine größere Dichtigkeit des auflöſenden, elaſtiſchen Flüſſigen.

In beyden Fällen ſind beyde Körper dem Zuſtande näher, in den ſie übergehen ſollen.

Der Zuſtand eines elaſtiſchen Flüſſigen iſt der letzte Zuſtand, in welchen der Wärmeſtoff einen Körper verwandeln kann. Aber auch noch in dieſem Zu-

ſtande hört der Wärmeſtoff nicht auf, auf den Körper zu wirken, indem er denſelben ausdehnt, oder ſeine Elaſticität vermehrt.

Der Wärmeſtoff wirkt auf die Körper, indem er dieſelben ausdehnt, wenn der äußere Druck ſeiner Wirkung nachgeben kann. Daher unterſcheidet man entſtehende Dämpfe, und gehobene Dämpfe. Entſtehende Dämpfe ſind ſolche, welche gerade die nöthige Temperatur haben, um in dem Zuſtande eines elaſtiſchen Flüſſigen zu ſeyn, und welche weder die geringſte Erkältung, noch die geringſte Zunahme des Drucks erleiden können, ohne daß ſie ſich wenigſtens zum Theil wieder in eine tropfbare Flüſſigkeit verwandeln. Gehobene Dämpfe ſind ſolche, deren Temperatur höher iſt, als die Temperatur der tropfbaren Flüſſigkeiten, aus denen ſie entſtanden ſind, die im kochenden Zuſtande iſt. Durch einen gewiſſen Grad von Druck kann man ſie erkälten, ohne ihren Zuſtand zu verändern. Alle Arten von Gas ſind weiter nichts als gehobene Dämpfe. Sie laſſen ſich wenigſtens im mittleren Zuſtande, offenbar im Verhältniſſe der druckenden Kraft, zuſammendrucken.

Das Waſſer lößt ſich in der Luft auf zweyerley Weiſe auf, vermöge des Feuers und ohne Feuer. Mit dem Feuer verbunden iſt das Waſſer in Geſtalt gehobener Dämpfe oder in Geſtalt von Waſſergas mit der atmoſphäriſchen Luft vermiſcht. Außerdem aber enthalten noch die verſchiedenen Gasarten, aus denen die atmoſphäriſche Luft beſteht, Waſſer in flüſſiger Geſtalt aufgelößt.

Das Hygrometer zeigt nur an, wie viel Waſſer in flüſſiger Geſtalt in der atmoſphäriſchen Luft enthal-

ten

ten iſt; aber es zeigt nicht an, wie viel Waſſer in Geſtalt von Eis, oder in Geſtalt von Gas, die Luft enthält. Eine Luft kann daher zu Folge der Grade, welche das Hygrometer anzeigt, ſehr trocken zu ſeyn ſcheinen, und dennoch ſehr viel Waſſer in Gasgeſtalt enthalten. Daher kommt es, daß eine ſehr trockene Luft, bey ſtarker Erkältung, auf einmal feucht wird; und ſo entſteht oft aus einer ſehr trockenen Luft ein plötzlicher Regen von vielen tauſend Centnern Waſſer.

Bey gehöriger Prüfung aller dieſer Sätze wird ſich ſehr leicht ergeben, daß ſie ſich nicht alle auf richtigen Erfahrungen ſtützen. Wohl ſchwerlich wird man annehmen können, daß Dämpfe und Waſſergas als einerley Produkt anzuſehen ſind. Außerdem iſt auch der Satz noch nicht bewieſen, daß alle Arten von Gas Waſſer auflöſen.

Der größte und ſtärkſte Vertheidiger des Auflöſungsſyſtems iſt der Herr Direktor Hube[n]) in Warſchau. Nach ihm iſt die unſichtbare und unmerkliche Ausdünſtung eine wahre Auflöſung des Waſſers in Luft. Wenn nämlich in einer Flaſche feuchte atmoſphäriſche Luft verſchloſſen werde, ſo laſſe dieſe kein Waſſer auf den Boden fallen, wenn ſie noch ſo lange ruhig ſtehe, welches doch erfolgen müßte, wenn das Waſſer bloß mit der Luft cohärirte, da jenes auf 900 mal ſchwerer als dieſe wäre. Sobald ſich aber zwey ſpecifiſch verſchiedene Materien von verſchiedenem ſpeciſi-

n) Ueber die Ausdünſtung und ihre Wirkungen in der Atmoſphäre in 2 Büchern. Leipz. 1790. 8. Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre; in einer Reihe von Briefen. B. II. Brief 21. 26.

cifiſchen Gewichte von einander nicht abſonderten, ob ſie gleich in Ruhe ſich befänden, ſo wäre dieſes ein weſentliches Kennzeichen der Auflöſung. An den Wänden einer ſolchen Flaſche zeigten ſich zwar Tropfen, wenn ſie kalt werde; allein dieſe verſchwinden auch ſogleich wieder, ſobald man die Flaſche erwärmt. Sie beweiſen alſo nur, daß die Ziehkraft der Luft durch die Kälte abnimmt, und durch die Wärme wieder wächſt.

Ferner ſoll die Erzeugung der Kälte bey der Ausdünſtung ein augenſcheinlicher Beweis ſeyn, daß ſie eine wahre Auflöſung des Waſſers in der Luft ſey, weil bey allen Auflöſungen die Wärme ſich um deſto mehr verändere, je ſchneller ſie vor ſich gehen. Hingegen werde eine unter einer verſchloſſenen Glocke befindliche und durch Laugenſalze ausgetrocknete Luft oft merklich erwärmt, welches durch das Steigen eines unter ſelbige gebrachten Thermometers hinlänglich bewieſen werde; folglich wäre die Abſonderung des Waſſers aus der Luft ein wahrer Niederſchlag, welcher eine vorhergehende Auflöſung vorausſetze.

Herr Hube hält die Vermehrung der Elaſticität bey einer ſchnellen Ausdünſtung für eine der ſonderbarſten Erſcheinungen. Wenn ein Barometer und ein Thermometer unter eine etwas große gläſerne Glocke gebracht, und außerdem noch ein feuchter Lappen hinzugethan wird, ſo wird man mehrentheils bemerken, daß das Thermometer fällt, und das Barometer ſteigt, indem der feuchte Lappen trocknet. Dieſe Wirkung ſoll unſtreitig davon herrühren, daß die Luft durch eine ſchnelle Auflöſung ein viel beſſerer Leiter der Wärme, folglich auch kälter wird, und mithin jetzt bey einem gleichen Grade Wärme mehr Feuermaterie ent-

enthalten muß, als vorher. Trocknet man hingegen eingeſchloſſene Luft durch Laugenſalze, ſo wird ſie mehrentheils wärmer und weniger elaſtiſch als vorher. Hieraus könne man leicht einſehen, warum feuchte Luft durch Hitze ſich gewöhnlich ſtärker ausdehne, als trockne. Brächte man nämlich in eine oben offene und unten mit einer Kugel verſehene Glasröhre bald trockene bald feuchte Luft, und verſchlöſſe ſie durch etwas oben hinzugegoſſenes Queckſilber, erhitzte hierauf die Kugel mit der Röhre bis auf einen gewiſſen Grad, ſo ſetze die feuchte Luft allemal etwas von ihrer Feuchtigkeit an das Glas ab, welches ſie berührt. Wird ſie nun nachher erhitzt, ſo löſt ſich dieſe Feuchtigkeit ſchnell wieder auf, und ihre Elaſticität nimmt alſo nicht bloß, ſo wie die der trockenen Luft, durch die Wärme, ſondern auch durch die Auflöſung zu.

Durch die Auflöſung des Waſſers werde die Luft nicht trübe. Dieß ſoll ebenfalls ein Beweis ſeyn, daß hiebey eine wahre Auflöſung ſtatt finde. So ſey in den heißen Ländern die Ausdünſtung außerordentlich ſtark, und dennoch bleibe daſelbſt der Himmel viele Monate nach einander ganz heiter, welches offenbar eine Auflöſung des Waſſers in der Luft beweiſe. Jedoch aber verminderten die Dünſte die Durchſichtigkeit der Luft in etwas. Auf hohen Bergen erblicke man ſelbſt beym heiterſten Wetter die Sterne in viel größerer Menge und viel glänzender, als von unten; nur das Licht der Sonne würde nahe am Horizonte ganz ungemein geſchwächt, weil die Luft vorzüglich unten mit ſehr vielen Dünſten beladen wäre. Sollte alſo die Ausdünſtung keine wahre Auflöſung des Waſſers in der Luft ſeyn, ſo müßten ſich die Dünſte in der obern Luft anhäufen, und den Himmel verdunkeln;

auch würden ſie die obere Luft zu allen Zeiten feuchter machen, als die untere, wogegen die Erfahrung ſtreite.

Von den Dünſten unterſcheidet Herr Hube den Dampf, welcher durch das kochende Waſſer erzeugt wird. Dieſer Dampf rühre nicht von der Auflöſung des Waſſers in der Luft her; er ſey nur etwas leichter als dieſe, und ſteige daher langſam in ihr auf. Aber in der Luft ließe er ſich nicht auflöſen, ſondern verjage dieſe vielmehr aus Gefäßen, in welche er hineinfährt. Würde er aber erkaltet, ſo verwandele er ſich wieder in Waſſer, und alsdann löſe ihn die Luft auf.

Die Ausdünſtung werde befördert durch eine größere Oberfläche des Waſſers, weil es die Luft in deſto mehreren Punkten berühre, durch eine vermehrte Wärme, durch den Wind, und durch das Gefrieren des Waſſers. Auch in einem verſchloſſenen Gefäße werde die Ausdünſtung bey gleicher Wärme nach und nach immer ſchwächer. Dieſes aber beweiſe, daß die Ziehkraft der Luft gegen das Waſſer immer mehr abnehme, je mehr ſich die Luft mit Dünſten anfülle, bis ſie endlich geſättigt werde.

Ferner lehre die Erfahrung, daß die Ausdünſtung unter der Glocke einer Luftpumpe immer mehr abnehme, je ſtärker man die Luft verdünne. Indeſſen dunſte das Waſſer auch in einem leeren Raume noch immer aus, wo die Luft ſo verdünnt iſt, als ſie mit den beſten Werkzeugen nur immer verdünnt werden kann.

Die Luft, welche uns umgibt, enthalte beſtändig eine Menge wäſſeriger Dünſte, auch wenn ſie ganz hell und durchſichtig iſt. Dieſe machten ihre wahre Feuchtigkeit aus, welche um deſto größer werde, je mehr

Dünſte

Dünſte eine gewiſſe Menge Luft enthielte, oder je kleiner die Maſſe ſey, in der ſich eine gewiſſe Menge von Dünſten befindet. Die ſcheinbare Feuchtigkeit hingegen hänge von der Ziehkraft der Luft ab. Wir nennten die Luft feucht, wenn trockene Körper in der Luft feucht werden, und trocken, wenn feuchte Körper in ihr trocknen. Alle feſte Körper ziehen das Waſſer um deſto ſtärker an, je trockener ſie ſind. Erwärmte man aber die Luft um einen feuchten Körper, ſo würde er trockener, und man ſehe hieraus, daß die Ziehkraft der Körper gegen das Waſſer durch die Wärme entweder gar nicht, oder doch viel weniger als die Ziehkraft der Luft vermehrt wird. Zwiſchen der Ausdünſtung des Waſſers und der Trocknung feuchter Körper ſey alſo auch unter andern dieſer wichtige Unterſchied, daß jene immer gleich ſtark bleibe, ſo lange die Ziehkraft der Luft ſich nicht ändere, da hingegen dieſe immer ſchwächer werde, weil der trocknende Körper das Waſſer immer ſtärker und ſtärker zurückhalte, und er nur durch den Ueberſchuß der Ziehkraft der Luft über ſeine eigene getrocknet werde.

Die Ziehkraft der Luft werde vermindert durch die Vermehrung der wahren Feuchtigkeit durch die Kälte und andere Urſachen; die Ziehkraft derſelben werde aber auch durch die entgegengeſetzten Urſachen vermehrt.

Wenn ein Hygrometer unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht würde, ſo würde die Luft trockener, je mehr ſie verdünnt werde. Hieraus folge, daß die Ziehkraft der Luft durch die Verdünnung wachſe, und durch die Verdichtung abnehme. Weil in einer Luftpumpe entweder unter der Glocke, oder in den Röhren gewöhnlich Feuchtigkeit enthalten iſt, ſo ſetzt ſich eine

eine ganz unmerkliche Näſſe inwendig an die Glocke, und dieſe Waſſerbläschen ſchwellen, ſobald zu pumpen angefangen wird, auf, reißen ſich von der Glocke los, und erſcheinen als ein Nebel in der Glocke. Dieſer Nebel verſchwindet, wenn man zu pumpen fortfährt; er erſcheint aber aufs neue, wenn man mit dem Pumpen etwas inne hält, und nach einiger Zeit wieder zu pumpen anfängt. Reinigt man aber alle Theile der Pumpe aufs ſorgfältigſte, und klebt nachher die Glocke mit Wachs an den Teller, ſo ſieht man hernach bey dem Pumpen keinen Nebel, ſondern die Luft unter der Glocke bleibt ganz rein.

Wenn die Luft unter der Glocke ſchnell ausgepumpt werde, ſo falle ein unter der Glocke befindliches Thermometer merklich. Es bleibe nämlich auch bey der beſten gereinigten Pumpe noch immer einige Feuchtigkeit zurück, welche durch das ſchnelle Pumpen von der unter der Glocke befindlichen Luft ſchnell aufgelößt werde, und eine ſchnelle Auflöſung ſey allemal mit merklicher Kälte verknüpft. Höre man zu pumpen auf, ſo erhebe ſich das Thermometer allmählig wieder auf ſeinen vorigen Stand. Laſſe man hierauf die äußere Luft ſchnell unter die Glocke, ſo ſchlage ſich das Waſſer an der Glocke nieder, und in dem Augenblicke ſteige das Thermometer um Einen oder zwey Grade, als ſo tief es vorher bey der Verdünnung der Luft gefallen war. Denn eine ſolche Niederſchlagung des Waſſers aus der Luft bringe allezeit Wärme hervor. Auch wenn nach verſchloſſenem Hahne die Luft unter der Glocke einige Tage nach einander durch Salze aufs äußerſte getrocknet, nachher aber der Hahn geöffnet, und die Luft ſchnell verdünnt werde, falle das eingeſchloſſene Thermometer. Denn auch eine

ſolche getrocknete Luft werde durch Verdünnung noch trockener, obgleich ein Haarhygrometer dieſe Veränderung nicht anzeigen könne, weil es in einer ſolchen Luft ſeine Beweglichkeit ganz verliere, und überhaupt ſein Haar bis aufs äußerſte darin verkürzt werde.

Alle dieſe bisher erzählten Erſcheinungen ſollen Auflöſung des Waſſers in der Luft, und umgekehrt Niederſchlag deſſelben in ihr beweiſen, weil jede Auflöſung des Waſſers in der Luft Kälte, und jeder Niederſchlag aus derſelben Wärme erzeuge.

Nach Herrn Hube gibt es aber zwey weſentlich verſchiedene Arten der Auflöſung des Waſſers in der Luft. Bey der erſten Art der Ausdünſtung, oder wo ein feuchter Körper trocknet, wird die Luft, die keine Feuchtigkeit auflößt, mehrentheils merklich elaſtiſcher. De Sauſſüre hat hierüber viele ſorgſältige Verſuche unter gläſernen Glocken angeſtellt, und gefunden, daß jeder Gran verdunſteter Feuchtigkeit die Elaſticität der Luft ungefähr gleich ſtark vermehrt, ihre wahre Feuchtigkeit mag größer oder kleiner ſeyn. Nach ſeinen Berechnungen wird die eingeſchloſſene Luft durch jeden Gran aufgelößter Feuchtigkeit noch um etwas ſehr weniges elaſtiſcher, als wenn man ihr Einen Gran reine Luft zugegeben, und ſie dadurch verdichtet hätte, ſo daß dieſe Luft, wenn ſie ſich frey ausdehnen könnte, etwas eigenthümlich leichter ſeyn würde, als ſie vor der Auflöſung des Waſſers war. Es macht aber die Verminderung des eigenthümlichen Gewichts der Luft ſelbſt bey der größten Menge von Dünſten, welche die Luft aufnehmen kann, nur gegen $\frac{1}{400}$ ihres Gewichts aus. Herr Hube ſchließt nun hieraus, daß jeder Gran Waſſer ſo aus einander getrieben würde, als ob er ſelbſt in Einen Gran Luft, und

also

alſo ungefähr in einen 900 mal größern Raum ausgedehnt würde. Die heftigen Bewegungen machen, daß beſtändig viele kleine noch unaufgelößte Theilchen von der Luft mit fortgeriſſen und nach allen Seiten hin mit der größten Schnelligkeit zerſtreut werden. Iſt der trocknende Körper warm und naß genug, ſo werden dieſe Waſſertheilchen oft ſo groß und ſo häufig, daß ſie die Luft trüben, und als ein Rauch erſcheinen. Ueberhaupt aber ſteigen ſie oft in der Atmoſphäre zu einer anſehnlichen Höhe auf, ehe ſie ſich völlig auflöſen.

Die Ausdünſtung der zweyten Art geht langſam von ſtatten, und die Luft wird hier durch die Auflöſung des Waſſers wenig oder gar nicht elaſtiſcher. Setzt man des Sommers bey heißem Wetter ein Gefäß mit Waſſer an einem ganz ruhigen verſchloſſenen Orte in die Sonne, ſo geht Anfangs die Ausdünſtung ſtark von ſtatten, oder es dunſtet auf die erſte Art aus. Nach und nach aber häufen ſich, wegen der Ruhe der Luft, die Dünſte und Waſſertheilchen in der nächſten Luft über dem Waſſer ſo ſehr an, daß dieſe ihre Ziehkraft faſt ganz verliert, und daher nur ſehr langſam und auf die zweyte Art auflößt. Bisweilen bemerkt man auf der Oberfläche des Waſſers ein halbdurchſichtiges Häutchen, und wenn man dieſes wegbläßt, ſo fängt gleich wieder eine Ausdünſtung der erſten Art an. Wenn unter einer Glocke ein Barometer und Thermometer, aber zugleich, anſtatt eines feuchten Lappens, ein Gefäß mit Waſſer verſchloſſen wird, ſo fällt während der Ausdünſtung das Thermometer nicht und das Barometer ſteigt nicht. Sogar ein feuchter Lappen fängt in einer Glocke auf die zweyte Art zu trocknen an, ſobald ein darin befindliches Haarhygrometer auf den 90. Grad der Feuchtigkeit kommt. Alsdann

dann ſteigt nach Verhältniß das Barometer viel weniger, als vorher, bis beyde ganz unbeweglich bleiben, ungeachtet die eingeſchloſſene Luft noch immer viel feuchter wird. Dieſe Erfahrung beweiſet ebenfalls ſehr deutlich, daß die Ausdünſtung der erſten Art in die von der zweyten Art übergeht, ſobald die Ziehkraft der aufzulöſenden Luft wegen der zu ſtarken Anhäufung der Dünſte, oder aus andern Urſachen zu ſehr geſchwächt wird.

Die Luft wird durch die Ausdünſtung der zweyten Art ſpecifiſch ſchwerer, weil dadurch die Elaſticität derſelben nicht verſtärkt wird. Folglich muß das abſolute Gewicht der Luft um eben ſo viel größer werden, als das in ihr aufgelößte Waſſer beträgt. Bisweilen kann die Vermehrung dieſes ſpecifiſchen Gewichts ſehr viel betragen, wie Lambert durch Verſuche dargethan hat, nach welchem 1 Cubikfuß Luft ungefähr 342 Pariſer Gran Waſſer aufnehmen könne, welches aber von den Erfahrungen des Herrn de Sauſſüre ſehr abweicht. Denn nach dieſem kann 1 Cubikfuß Luft nicht mehr als 11 Gran Waſſer aufnehmen. Jedoch glaubt Herr Hube, daß die Luft, welche 12 bis 15 franzöſ. Grad warm iſt, noch mehr Waſſer, als der dritte Theil ihres Gewichts beträgt, aufgelößt in ſich enthalten könne.

Bey der erſten Art der Ausdünſtung werden die Waſſertheilchen, indem ſie ſich in der Luft völlig auflöſen, wie es ſcheint, auf eine beſondere Art mit ihrer Feuermaterie verbunden, und gleichſam luftförmig gemacht. In dieſer Geſtalt gehen ſie nachher auch beſtändig aus den feuchtern in die trockenen Luftmaſſen über, bis ſie niedergeſchlagen werden. Bey der zweyten Art der Ausdünſtung hingegen vereinigen ſich die

Waſſerdünſte mit der untern auflöſenden Luft, ohne luftförmig zu werden. Sie können alſo auch die obere Luft nicht ausdehnen, wenn ſie ſich erheben.

In einer ſehr verdünnten Luft iſt die Ausdünſtung des Waſſers allezeit ſehr ſchnell, d. h. von der erſten Art, und mit einer ungemein ſtarken Elaſticität verſehen; unfehlbar, weil die Waſſerdünſte ſich um deſto leichter und ſchneller durch die Luft zerſtreuen, je dünner ſie iſt. Dieß beſtätigen die Erſcheinungen des Waſſerhammers, und der Franklinſchen Röhre, oder einer dünnen gläſernen, an beyden Enden ſenkrecht umgebogenen Röhre, welche ſich in zwey luftleere und halb mit Waſſer oder Weingeiſt angefüllte Kugeln endigt. In dieſen beyden Werkzeugen kocht das Waſſer ſchon bloß durch die Wärme der Hand. Die ſehr verdünnte Luft, die ſich in den Kugeln dieſer Werkzeuge befindet, löſt nämlich das Waſſer mit Heftigkeit auf, ſobald ihre Ziehkraft durch die geringſte Wärme der Hand verſtärkt wird. Während der Auflöſung des Waſſers in der Luft nimmt man in der Hand, welche die Kugel der Röhre hält, beſtändig eine Erkältung wahr, welche eben von der ſchnellen Auflöſung des Waſſers herrührt. Ueberhaupt wird die Luft durch die Auflöſung des Waſſers um deſto elaſtiſcher, je dünner ſie iſt, weil ſie nach Verhältniß eine immer größere Menge Waſſer auflöſen kann, ehe ſie geſättigt wird. Wenn ein kleines Tröpfchen Waſſer auf irgend eine Art bis an das untere Ende des längern oben verſchloſſenen Schenkels eines Barometers kommt, ſo ſteigt es, weil es eigenthümlich viel leichter iſt, als das Queckſilber, in dieſem an der Wand der Röhre bis nach oben, und wird ſelbſt gleich von der höchſt dünnen Luft, die über dem

Queck-

Queckſilber iſt, aufgelößt. Hierdurch nimmt aber die Elaſticität jener Luft ſo ſehr zu, daß das Barometer 10 bis 12, ja zuweilen an 18 Pariſ. Linien niedriger ſteht, als andere gute Barometer.

Im erſten Anfange pflegt die Ausdünſtung ganzer Waſſermaſſen die von der erſten Art, in der Folge aber, wenn ſich die an der Waſſerfläche zunächſt liegende Luftſchicht mit Feuchtigkeit angefüllt hat, die von der zweyten Art zu ſeyn. Bey der Ausdünſtung der erſten Art lößt eingeſchloſſene Luft bey mittlerer Temperatur etwa den 75ſten Theil ihres Gewichts an Waſſer auf, und ihre Elaſticität wird, wie aus den Verſuchen des de Sauſſüre folgt, dadurch um $\frac{1}{74}$ verſtärkt; hingegen kann alsdann die Ausdünſtung der zweyten Art noch ſehr lange fortdauern, und die eingeſchloſſene Luft, ohne ihre Elaſticität zu vermehren, bis gegen $\frac{1}{3}$ ihres Gewichts an Waſſer aufnehmen. Sobald ſich aber die Waſſertheilchen mit der Luft verbunden haben, ſo können ſie nun auch keine Veränderung weiter erleiden, ſie mögen in eine Luftſchicht übergehen, in welche ſie wollen. Diejenigen Waſſertheilchen alſo, welche ſich nach der erſten Art in der Luft aufgelößt haben, vermehren auch die Elaſticität der obern Luft; diejenigen hingegen, welche ſich auf die andere Art auflöſen, können auch die obere Luft nicht ausdehnen. Dieſen merklichen Unterſchied der Auflöſungen beyder Arten gebraucht Herr Hube zur Erklärung der Meteore.

So wie es nach Herrn Hube eine doppelte Art von Auflöſung des Waſſers in der Luft gibt, ſo findet auch nach ihm eine doppelte Art von Niederſchlagung ſtatt. Die Niederſchlagung der erſten Art hat nämlich alsdann ſtatt, wenn das Waſſer auf die erſte

Art, die Niederſchlagung der andern Art aber, wenn das Waſſer auf die zweyte Art aufgelößt war. Bey der Niederſchlagung der erſten Art verliert die Luft gerade ſo viel von ihrer Elaſticität, als ſie vorher durch die Auflöſung gewonnen hatte; bey der Niederſchlagung der zweyten Art aber behält ſie ihre Elaſticität, verliert aber an ihrem eigenthümlichen Gewichte. Beyde Arten der Niederſchlagungen kann man ferner in abſolute und relative theilen. Die erſtern entſtehen, wenn die Luft mit Waſſer überſättigt iſt. Sie machen die Luft allemal trübe. Die leztern finden ſtatt, wenn ſich die Dünſte, indem ſie ſich aus der Luft abſondern, gleich an andere Körper anhängen, weil ſie von dieſen ſtärker angezogen werden, als von der Luft. Dieſe trüben die Luft nicht. Durch die Kunſt können wir nur relative, nicht aber abſolute Niederſchlagungen des Waſſers aus der Luft hervorbringen.

Beyde Syſteme, das Auflöſungsſyſtem und das des Herrn de Lüc, ſind vielfältig beſtritten worden, und ſie ſind, ſelbſt nach dem eigenen Geſtändniſſe ihrer Urheber, noch mangelhaft und unvollſtändig. Nach Herrn Parrot's o) Urtheile liegt die Urſache davon theils in den noch nicht lange bekannten oder hinlänglich beſtätigten Sätzen der neuern Chemie, theils darin, daß man die Urſachen zu den großen und ſo mannigfaltigen Phänomenen unſerer Atmoſphäre in dieſer Atmoſphäre ſelbſt, in dieſem in ſo vieler Rückſicht außer dem Wirkungskreiſe unſerer Erfahrung liegenden Produkte ſo vieler Elemente, geſucht habe. Sie lägen aller-

o) Voigt's Magazin der Naturkunde. B. III. St. I. Weimar 1801. S. I. f.

allerdings darin, aber wir müßten ſie in einem eingeſchränkten, unſern Kräften angemeſſenen Laboratorium aufſuchen, weil in der großen Werkſtätte der Natur die Phänomene meiſt ſo weit von uns entfernt lägen, und durch zu viele Urſachen modificirt würden, als daß wir zu ſichern und reinen Reſultaten gelangen könnten. Herr **Parrot** wurde durch Verſuche mit ſeinem Eudiometer auf eine ganz neue Theorie der Ausdünſtung und der Niederſchlagung des Waſſers geleitet. Er fand, daß bey der Zerſetzung der atmoſphäriſchen Luft durch Phosphor alle darin enthaltenen wäſſerigen Dünſte niedergeſchlagen wurden. Ueberhaupt glaubt er, aus ſeinen Verſuchen annehmen zu dürfen, daß nicht die Oxydation ſelbſt, nicht die oxydirbaren Subſtanzen, ſondern die bloße Abweſenheit des Sauerſtoffgas den Niederſchlag der Dünſte verurſache, oder, daß Stickgas und Luftſäure kein Waſſer für ſich aufgelößt enthalten können, und daß folglich die atmoſphäriſche Luft nur vermöge ihres Sauerſtoffgehalts Waſſer aufgelößt beſitze. Aus ſeinen Beobachtungen zog er folgende Sätze:

Eine jede der von ihm geprüften Luftarten, nämlich feuchte und trockene atmoſphäriſche Luft, reines Stickgas, gephosphortes Waſſerſtoffgas, und eine Miſchung von Stickgas und Luftſäure enthält noch eine Portion Waſſerdunſt unaufgelößt, bloß durch den freyen Wärmeſtoff in Dunſtgeſtalt, der Menge nach ungefähr $\frac{1}{10}$ desjenigen Dunſtes, welchen atmoſphäriſche Luft aufgelößt enthalten kann.

Dieſe Luftarten laſſen insgeſammt dieſen Dunſt ſpäteſtens bey der Temperatur des frierenden Waſſers fallen.

Eine größere Kälte ſchlägt weder in den zerſetzten, noch in den unzerſetzten Luftarten eine größere Menge dieſes Dunſtes, und auch weiter nichts nieder.

Eine ſtarke Verminderung der Temperatur, wie hier von 28 Graden, ſchlägt aus der atmoſphäriſchen Luft keine aufgelößten Dünſte nieder; denn der geringe Niederſchlag durch Erkältung iſt in atmoſphäriſcher Luft und in Stickgas beynahe gleich.

Iſt der beobachtete kleine Unterſchied dieſes Niederſchlags durch Erkältung zwiſchen atmoſphäriſcher Luft und Stickgas durchaus gegründet, ſo erhöhet die Gegenwart des Sauerſtoffgas die Fähigkeit des Stickgas, dieſe Dünſte durch Wärmeſtoff aufzunehmen.

Dieſe durch Wärmeſtoff erzeugten Dünſte trüben die Luft nicht, ſo lange ſie nicht damit überſättigt iſt.

Dieß ſind die Sätze, auf welche Parrot ſeine neue Theorie der Ausdünſtung und dem Niederſchlage des Waſſers gründet. Ehe er aber dieſe aufſtellt, ſucht er die Unzulänglichkeit und Unrichtigkeit der bisherigen Theorien zu erweiſen. Herr de Lüc habe es zwar unternommen, das Auflöſungsſyſtem zu widerlegen, allein er habe dieſes im geringſten nicht geſchwächt, ſondern bloß das Hypothetiſche, welches de Sauſſüre dazu angegeben hat, um den Niederſchlag zu erklären. In der That ſeyen weder Beraubung der freyen Wärme, noch die natürliche Sättigung, noch Winde, noch Elektricität zur Erklärung des Phänomens der Wolken und des Regens hinreichend. Von der Unzulänglichkeit der Beraubung des Wärmeſtoffs gebe de Lüc durch ſeine wichtige Beobachtung auf dem Buat den ſchönſten Beweis im

Großen.

Großen. Die natürliche Ueberſättigung könne höchſtens einen äußerſt feinen Staubregen, und zwar in kleinen Höhen, gewiß aber nicht große Regengüſſe erklären. Winde ſeyen nur Bewegungen der Luft, dieſe geſchehen nur in Maſſen, und es ſey dabey an keine partiellen oder relativen Bewegungen der Waſſertheilchen, mithin an keinen Stoß derſelben unter ſich zu denken. Eben ſo wenig könne ein vertikaler Wind, der überdieß nie beobachtet worden ſey, während dem Regen ſo viel Dünſte hinaufbringen, als zum Erſatz des herabfallenden Waſſers und der Unterhaltung des Regens nöthig ſey, beſonders da bey jedem Gewitterregen die Luft abgekühlt, mithin ihre Auflöſungsfähigkeit, nach dem Sauſſüreſchen Syſteme, vermindert werde. Aus der Elektricität laſſe ſich ebenfalls keine befriedigende Erklärung ableiten, weil wir keine direkte Erfahrung hätten, daß man unmittelbar durch ſie merkliche Niederſchläge erzeugt habe.

De Lüc, der alle Auflöſung des Waſſers in Luft verwerfe, behaupte eine Verwandlung des Waſſers in eine eigenthümliche Luftart; dawider laſſe ſich aber die ſehr bedeutende Einwendung machen, daß dieſe eigenthümliche Luftart des Waſſers eine bloße Hypotheſe ſey, für welche ſich kein einziges Factum anführen laſſe, indem keine andere Verwandlung des Waſſers in Luft bekannt ſey, als die allgemein angenommene Zerlegung in die beyden Stoffe. Dieſe Zerlegung zur Urſache der wäſſerigen Meteore zu machen, habe de Lüc nicht für rathſam gefunden, weil er die Schwierigkeiten dieſer Hypotheſe zu deutlich eingeſehen. Allein ſeine Hypotheſe ſey doch noch weniger annehmlich, theils weil ſie durch keine Thatſache unterſtützt ſey, theils weil ſie nichts erkläre,

und die Urſache der Verwandlung, wie auch die der Reduktion ſelbſt, ihrem ſo ſcharfſinnigen Urheber ein Räthſel bleibe. In dieſer Rückſicht ſey die Sauſſüre-ſche annehmlicher. Sie erkläre wenigſtens dem Scheine nach, und auch zum Theil wirklich, die Ausdünſtung, laſſe aber den Niederſchlag unerklärt. De Lüc hingegen erkläre weder das eine noch das andere, ſo wenig als die carteſianiſchen Wirbel die Gravitation. Das Daſeyn ſeiner eigenthümlichen Waſſerluft ſollte zuerſt erwieſen werden; alsdann erſt könne man es verſuchen, durch ſie zu erklären.

Herr Hube räume der Elektricität die Hauptrolle im Werke der Bildung der Wolken ein, indem er ſich übrigens für das Auflöſungsſyſtem erkläre, und ſcheint die Wirkung des Wärmeſtoffs vorzüglich auf die Bildung des Nebels einzuſchränken, obgleich er eine große Aehnlichkeit zwiſchen Nebeln und Wolken behaupte. Die Reibung der Wolken an der Luft, als Urſprung der Elektricität, ſey am Ende der erſte Punkt, um welchen ſich ſein ganzes Syſtem drehe. Allein abgerechnet, daß eine ſolche Reibung, wenn ſie auch in der verlangten Heftigkeit ſtatt findet, keine Elektricität hervorbringen könne, indem dieſes Phänomen die Reibung ungleichartiger Körper erfordere, ſo ſey zu bemerken, daß dieſe Reibung nicht ſtatt finde. Theorie und Erfahrung bewieſen einſtimmig, daß, wenn zwey Ströme in einer Flüſſigkeit in entgegengeſetzter Richtung ſtatt finden, zwiſchen beyden Eine Schicht in vollkommener Ruhe ſey und ſeyn müſſe. Dieß folge aus der Lehre der Bewegung der Flüſſigkeiten, aus dem Franklinſchen Verſuche der communicirenden Zimmer, in welchen verſchiedene Temperaturen herrſchten, und aus den Beobachtungen der Luftſchif-

ſer.

ſer. Dieſes zeige, daß die Bewegung eines Strems immer abnehme, je weiter die Schichten von dem Hauptſtrome entfernt ſind, und zwar in einer ſehr langſamen Progreſſion. Denn es ſey dann kein anderer Widerſtand, der die Bewegungen der Schichten aufhalten könne, als die Adhäſion der Lufttheile unter ſich. Folglich finde ſich bey einer ſolchen Bewegung zweyer entgegengeſetzten Ströme ſo wenig relative Bewegung, daß man die fürchterlichen Anſammlungen und Ausbrüche der elektriſchen Materie ihr unmöglich zuſchreiben könne. Alles ſchiene vielmehr nur auf die Idee langſamer Anhäufungen zu führen, welche durch ſchnell wirkende Urſachen zerſetzt würden. Es falle alſo die Ergänzung des elektriſchen Syſtems des P. Beccaria weg, und das Verdienſt der Hubeſchen Darſtellung beſtehe vorzüglich in einer größern Menge von Beweiſen der Wirkſamkeit der Elektricität bey der Entſtehung und Zerſtörung der Wolken, erkläre aber die Entſtehung der Elektricität ſelbſt nicht.

Nachdem nun Herr Parrot die Mängel der bisherigen Theorien angeführt hat, ſtellt er ſeine eigene neue auf, welche in folgenden Hauptſätzen beſteht:

1. Jede Ausdünſtung des Waſſers erzeugt Kälte.

2. Jeder Niederſchlag des Waſſers erzeugt Wärme. Dieſer Satz erklärt die Temperaturerhöhung bey der angeführten Beobachtung de Lüc's auf dem Buat und andere ähnliche; und da wir in der Theorie keine Kälte nöthig hätten, ſo brauchten wir keinen Aufwand von Scharfſinn, um die Möglichkeit von Ausnahmen in dieſem Satze darzuſtellen.

3. Nebel und Wolken entſtänden oft, ohne daß vorher eine erniedrigte Temperatur, als Urſache des Phänomens, beobachtet würde.

4. Bey jeder Verwandlung des Waſſers in Dunſt und des Dunſtes in Waſſer ſey die Elektricität thätig, und zwar abwechſelnd, bey dem Niederſchlage die entgegengeſetzte von der bey der Ausdünſtung.

5. Das Eis dunſte vermöge ſeines Wärmeſtoffs nicht aus. Es möchte unbegreiflich ſcheinen, daß die Ausdünſtung des Eiſes ſeinem Wärmeſtoffe zugeſchrieben ſey, wenn man nicht wüßte, wie ſogar ſcharfſinnige und wahrheitsliebende Männer unerwieſene Sätze annehmen, wenn ſie ſolche zur Erklärung von Phänomenen nöthig hätten. Er ſey weit entfernt, das Daſeyn des Wärmeſtoffs im Eiſe, oder ſeine Thätigkeit, ſobald kältere Körper ſich näherten, zu läugnen. Aber daß er fähig ſey, Eis in Dunſt aufzulöſen, da er unfähig ſey, es in flüſſiges Waſſer zu verwandeln, ſey eine Behauptung, die nicht nur keinen Beweis für ſich, ſondern ſogar die Analogie und folgenden Beweis wider ſich habe. Es ſey bekannt, daß die Verwandlung gefrornen Waſſers in flüſſiges eine Quantität Wärmeſtoff von 18° Reaum. erfordere, angenommen das Eis ſey vorher auf der Temperatur 0. Dieſe 18° ſeyen nun nicht da. Sollte alſo der Wärmeſtoff Eistheilchen losreißen, ſo reiße er ſie ſchon als Eis fort, welches an ſich ſchon unbegreiflich ſey, und wir hätten im Winter lauter gefrorne Ausdünſtungen, d. h. einen mit Schneeflocken beſtändig getrübten Horizont, welches offenbar wider alle Erfahrung ſey. Nach ſeiner Theorie falle dieß alles weg, das Sauerſtoffgas greiſe das Eis, und wenn es noch ſo kalt ſey, wie ein Stück Metall durch ſeine Verwandtſchaft, an, und ſättige ſich damit. Daß es flüſſiges Waſſer ſchneller auflöſe, als feſtes, ſey

wieder-

wiederum ſeinen andern Auflöſungen analog, da es bekannt ſey, daß Metalle in flüſſiger Form ſich leichter verkalken, als in feſter. Sogar der Umſtand, daß durch dieſe Verbindung des Sauerſtoffs mit Waſſer keine Säure entſtehe, fände bey Metalloxydationen ebenfalls ſtatt, ſo daß zwiſchen der Metalloxydation vielleicht gar kein Unterſchied ſtatt finde. Ja die Analogie gehe weiter, indem der Kohlenſtoff, Phosphor u. ſ. w. Metalle und Waſſer desoxydiren. Er wage alſo nichts, wenn er annehme, daß

6. die Auflöſung des Waſſers in Sauerſtoffgas eine wahre Oxydation ſey.

7. Die Elektricität zerſetze das Sauerſtoffgas. Schon Prieſtley habe gezeigt, daß atmoſphäriſche und dephlogiſtiſirte Luft durch den Durchgang elektriſcher Ströme zu Athmens- und Verbrennungsprozeſſen ganz untauglich würden. Die atmoſphäriſche Luft wurde nämlich um $\frac{1}{4}$, d. h. um ſo viel, als ihr Sauerſtoffgehalt ausmacht, vermindert. Auch beweiſen van Marum's Verſuche dieſen Satz.

8. Die in einer Säule atmoſphäriſcher Luft vorhandene Dunſtmenge ſey nicht vermögend, das Waſſer zu liefern, welches in großen Gewitterregen herabſtröme, ſondern die Lokalurſache ziehe die Dünſte aus den benachbarten Gegenden herbey. Wenn man den Waſſerinhalt einer franzöſiſchen Cubikmeile, unter der Vorausſetzung, daß jeder Cubikfuß 5 Gran Waſſer enthalte, berechne, ſo finde man, daß der völlige Niederſchlag dieſer Dünſte die unter ihm liegende Erdfläche von 1 Quadratlinie mit einer Waſſerſchicht von 1,607 Pariſer Zollen bedecken würde. Nun enthalte im Durchſchnitt jeder Cubikfuß vielleicht nur 5

Gran Waſſer, denn die obern Schichten ſeyen erſtens ſpecifiſch leichter, und zweytens werde eine ſolche beſondere Luftſäule ihrer Dünſte nie ganz beraubt. Folglich würde die Waſſerſchicht, die dieſe Luftſchicht wirklich liefere, bey weitem nicht ſo viel ausmachen. Nun wiſſe man aber, daß bey ſtarken Platzregen, bey Wolkenbrüchen, ſehr oft weit mehr Waſſer die Erde bedecke. Folglich müſſe dieſe Menge aus den benachbarten Gegenden kommen.

9. Die Luft enthalte den größten Theil ihrer Dünſte nach Maßgabe ihres Sauerſtoffgehalts, oder ihre Capacität für die Dünſte ſey größtentheils im Verhältniſſe ihres Sauerſtoffgehalts.

10. Dieſe Gattung von Dunſt werde durch die Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur nicht merklich modificirt.

11. Dieſer Antheil Waſſer, welcher die atmoſphäriſche Luft gemeiniglich um $\frac{1}{34}$ ihres Volumens ausdehnt, ſey in derſelben chemiſch aufgelößt; denn er laſſe ſich nicht durch Entziehung des Wärmeſtoffs niederſchlagen, und hange von der chemiſchen Grundmiſchung der Luft ab.

12. Jede Entziehung des Sauerſtoffgas aus der atmoſphäriſchen Luft ſchlage dieſe aufgelößten Dünſte nieder. Es ſey eine Desoxydation des Waſſers durch eine Wahlverwandtſchaft.

13. Außer dem aufgelößten Waſſer enthalte jede atmoſphäriſche Luft, ja ſelbſt reines Stickgas, einen Antheil Waſſer bloß ſchwebend, unaufgelößt, bloß vermöge des Wärmeſtoffs.

14. Dieſer Antheil ſey beträchtlich kleiner, als der der aufgelößten Dünſte in den mittleren Temperaturen, etwa $\frac{1}{10}$ desjenigen, welcher zur vollkommenen chemiſchen Sättigung der gemeinen Luft gehöre. Demnach könne Ausdünſtung und Niederſchlag durch Wärmeſtoff etwa nur den zehnten Theil einiger wäſſerigen Meteore erklären.

15. Er laſſe ſich durch Entziehung des Wärmeſtoffs bis zur Temperatur des frierenden Waſſers ganz niederſchlagen, gar nicht durch Oxydationen, und nur in Beziehung auf dieſen ſchwebenden Antheil könne man behaupten, daß die Temperatur die Capacität der Luft für das Waſſer modificire.

16. Demnach ſeyen alle Dünſte in der Luft, wenn die Temperatur unter dem Eispunkte ſtehe, aufgelößte Dünſte, und jeder Niederſchlag in dieſer Temperatur müſſe Nebel erzeugen, weil der Wärmeſtoff nichts davon in durchſichtiger Form erhalten könne. Bey höhern Temperaturen könne er es, wenn die Luft nicht ſchon mit Dünſten dieſer Art geſättigt ſey.

17. Es gebe demnach zweyerley weſentlich von einander verſchiedene Ausdünſtungen: Dünſte und Niederſchläge. Die völlige Auflöſung nennt Parrot: chemiſche Auflöſung; ihre Dünſte: chemiſche Dünſte; ihren Niederſchlag: chemiſchen Niederſchlag.

Dagegen nennt er die bloße Aufnahme der durch den Wärmeſtoff losgeriſſenen Waſſertheile: phyſiſche Ausdünſtung; dieſe Gattung Dünſte: phyſiſche Dünſte, und ihren Niederſchlag: phyſiſchen Niederſchlag. Demnach finde die chemiſche Ausdünſtung, ihr Niederſchlag und die Produkte derſelben unter

unter jeder Temperatur ſtatt; hingegen die phyſiſche Ausdünſtung und ihre Produkte nur bey den Temperaturen über den Gefrierpunkt des Waſſers. Beyde hätten ihren eigenen Sättigungspunkt, und ſchienen in vielen Fällen von einander unabhängig zu ſeyn.

18. Die allgemeine Beobachtung, daß die Nebel durch den Sonnenſchein zerſtreuet würden, und ſeine wiederholte Beobachtung der plötzlichen Entſtehung eines Nebels über einem Sumpf im Augenblicke des Untergangs der Sonne, machten es ihm ſehr wahrſcheinlich, daß das Sonnenlicht zur Auflöſung des Waſſers im Sauerſtoffgas, d. h. zum Prozeſſe der Oxydation des Waſſers nothwendig ſey, ohne jedoch zur Erhaltung dieſes Zuſtandes geradezu erforderlich zu ſeyn. Beſtätige ſich dieſe ſehr wahrſcheinliche, beynahe zur Gewißheit erhobene Muthmaßung, welche mit der Entbindung des Sauerſtoffgas aus den Vegetabilien ſehr zuſammenſtimme, ſo würde ſie den Schlüſſel zu vielen Räthſeln der nächtlichen Phänomene, die die Hypotheſe des Wärmeſtoffs gar nicht oder nur ſchlecht auflöſe, abgeben.

Dieſen aufgeſtellten Sätzen zu Folge macht ſich Herr Parrot folgende Vorſtellung von dem ganzen Geſchäfte der Ausdünſtung, des Niederſchlags, der Bildung der Wolken und Nebel.

Wenn eine Luftſchicht, welche noch nicht phyſiſch und chemiſch mit Dünſten geſättigt iſt, eine glatte oder rauhe flüſſige Waſſerfläche berührt, ſo entzieht ihr das Sauerſtoffgas Waſſertheile und löſt ſie auf. Das in den unterſten Luftſchichten aufgelöſte Waſſer vertheilt ſich in den nächſten aufwärts, und von dieſen weiter, wie bey jeder Auflöſung.

Iſt die Temperatur über den Gefrierpunkt, ſo entſteht auch eine phyſiſche Ausdünſtung. Dieſer phyſiſche Dunſt würde ſich vielleicht nur durch Winde, und alſo auf keine beſtimmte Art den obern Regionen mittheilen laſſen, wenn die chemiſche Ausdünſtung die unterſten Luftſchichten nicht um Etwas, freylich höchſtens um 0,01 leichter mache, als die unmittelbar darüber liegenden, und ſo einen ſchwachen unfehlbaren Zug der Luft von unten nach oben verurſache, der, ohne ein vertikaler Wind zu ſeyn, dennoch fähig ſeyn kann, die phyſiſchen Dünſte langſam mit hinauf zu nehmen. Dieſes befördert auch die Vertheilung der chemiſchen Dünſte in den obern Luftregionen.

Die Dünſte jeder Art ſteigen alſo chemiſch und mechaniſch, und können jede Höhe erreichen. Hierbey hat man nicht nöthig, ſich darum zu bekümmern, wie die phyſiſchen Dünſte in der Luft ſchwebend erhalten werden, und neue Modifikationen des Veſikularſyſtems zu erfinden.

Nun entſteht auch bey Tage zuweilen Nebel. Geſchieht es langſam und in der ganzen benachbarten Atmoſphäre, ſo liegt die Urſache entweder in einer Erkältung, die den phyſiſchen Dunſt niederſchlägt, wenn der Nebel ſehr leicht iſt, oder in einer Zerſetzung der atmoſphäriſchen Luft und Zerſtörung eines Theils des Sauerſtoffgas, wenn der Nebel ſtark, und keine Kälte vorangegangen iſt. Zu ſolchen Zerſetzungen gibt die ganze Oberfläche der Erde hinlänglichen unaufhörlichen Anlaß, ohne der großen Zerſetzungen durch vulkaniſche Auswürfe zu gedenken, wodurch ſich der große Nebel, der auf den Untergang Calabriens folgte, paſſend erklären laſſe.

Zu-

Zuweilen entſtehe noch bey Tage ein partieller Nebel über Wäldern, Seen und Moräſten. Solche Nebel würden im Sommer beobachtet, unmittelbar vor Untergang und nach Aufgang der Sonne, und das Charakteriſtiſche derſelben ſey, daß ſie die Oberfläche, auf welcher ſie entſtehen, nicht berührten, ſondern auf einer durchſichtigen Unterlage gleichſam ſchwebten. Die nächtlichen Nebel hingegen berührten immer die Oberfläche, über welcher ſie entſtänden. Nach Parrot werden dieſe Phänomene ſo erklärt: der Nebel iſt ein chemiſcher und phyſiſcher Niederſchlag, der durch die geringere Temperatur der Luft, als die ausdunſtende Oberfläche, anfängt. Dieſer Niederſchlag entſteht aber nicht ganz nahe an dieſer Oberfläche, nicht etwa weil ſie wärmer iſt, und die nächſten Luftſchichten erwärmt, ſondern weil, ſo lange die Sonne ſcheint, und noch einige Minuten nachher, die Waſſer- und Pflanzenfläche, Sauerſtoffgas entbindet, welches mehr Waſſer aufnimmt, als die höhern an dieſer Gasart ärmern Schichten aufnehmen können. Iſt die Sonne unter dem Horizonte, ſo ſinkt der Nebel, d. h. er entſteht nun ganz nahe an der dunſtenden Oberfläche, weil die Erzeugung der Lebensluft nun aufhört, und durch die der Luftſäure erſetzt wird. Beym Aufgang der Sonne erſcheint wieder der untere leichte Streifen, weil wieder Sauerſtoffgas erzeugt wird. Daher ſcheint der Nebel zu ſteigen. Der Streifen aber erſcheint nicht wieder, wenn die Sonne hinter einer Wolke aufgeht. In dieſem Zeitraume, bis zu ihrer Entſtehung, wird weder Sauerſtoffgas noch Luftſäure entbunden, mithin der Nebel nicht aufgelößt, auch nicht erneuert, folglich hat er Zeit, ſich an der Oberfläche der Erde anzuſetzen, d. h. zu fallen.

Alle

Alle bisherige Theorien über die Ausdünſtung und den Niederſchlag ſcheinen noch manche Schwierigkeiten zu haben. Nach meiner Meynung ſcheint Verdampfung von Ausdünſtung nicht weſentlich verſchieden zu ſeyn. Die Behauptung, daß das Eis durch Einwirkung der Wärme ausdünſte, iſt gar nicht widerſinnig, wie Herr Parrot meint, ſobald man annimmt, daß Wärme eine wirkliche Materie ſey, mithin unter gewiſſen Umſtänden gebunden und entbunden werden könne. Wie ſich aber dieſer Dampf in der Atmoſphäre verhalte, darüber iſt, meiner Meynung nach, noch gar nichts mit Gewißheit zu ſagen, da die bisherigen Theorien noch zu viel Ungewißheit zurücklaſſen. Indeſſen ſcheinen die neueſten Phyſiker immer mehr ihre Zuflucht zu dem Auflöſungsſyſtem zu nehmen, wie in der Folge noch weiter erhellen wird.

Unterſuchungen über die Wirkungen der Dämpfe.

Die außerordentliche Wirkung der Dämpfe, beſonders wenn ſie eingeſchloſſen ſind, war ſchon längſt bekannt geweſen; allein bisher hatte man noch nicht darauf gedacht, die ausdehnende Kraft der Dämpfe bey verſchiedenen Temperaturen beſtimmt darzuſtellen. Der erſte, welcher auf eine Vorrichtung dachte, die Ausdehnung des Dampfs durch die Wärme zu meſſen, war Zeidler zu Baſel. Er machte ſie im Jahre 1769. in einer kleinen Schrift bekannt [p]). Sie beſtand aus einem Papinianiſchen Digeſtor, welchen er ſammt den Deckeln mit ſtarken zuſammengeſchrobenen eiſer-

p) Specimen phyſico - chemicum de digeſtore Papiniani, eius ſtructurae primitias experimentorum novorum circa fluidorum a calore rarefactionem et vaporum elaſticitatem exhibens. Baſ. 1769.

eiſernen Bändern umlegt hatte, damit die erhitzten Waſſerdämpfe ihn nicht zerſprengten. Die Deckplatte hatte drey Oeffnungen; die erſte diente, um Waſſer in den Topf zu gießen, und wurde mit einer Schlußſchraube feſt verſchloſſen; die zweyte, in der Mitte des Deckels, enthielt eine kupferne Röhre, die bis in das Waſſer hinabging, und worin Oel, Waſſer, Queckſilber, oder eine andere Flüſſigkeit gegoſſen, und dann das Thermometer geſetzt wurde, mittelſt deſſen man die Hitze des Dampfes maaß. In der dritten Oeffnung befand ſich Zeidlers Elaterometer: eine gläſerne cylindriſche Flaſche, in die er gewöhnlich Queckſilber goß, und in welche eine eiſerne Röhre bis nahe an den Boden hinabging, an welche ſich oben eine Glasröhre luftdicht anſchloß. Durch eine Seitenöffnung im obern Theile der Flaſche trat der Dampf aus dem Papinianiſchen Topfe frey über die Queckſilberfläche, und trieb, ſo wie die Expanſivkraft deſſelben zunahm, das Queckſilber in die Glasröhre höher hinauf. Dieſe Vorrichtung nennt Zeidler ſein phyſikaliſches Elaterometer, und bediente ſich derſelben bey niedrigen Graden der Expanſivkraft des Dampfes. Bey höhern Graden verſah er die Oeffnung der Flaſche, ſtatt einer eiſernen Röhre, mit einer genau darauf paſſenden Deckplatte, auf der er vermöge einer Schnellwage einen gegebenen Druck anbrachte. So wie die Expanſivkraft des Dampfs über dieſen Druck hinaufſtieg, ſchnellte die Wage in die Höhe. Dieſe Vorrichtung nennt er ſein mechaniſches Elaterometer. Des Herrn Zeidler's Dampfmeſſer bleibt beſonders deßwegen noch merkwürdig, weil die neuern Vorrichtungen dieſer Art im Weſentlichen mit deſſen phyſikaliſchem Elaterometer übereinſtimmen.

Zwan-

Zwanzig Jahre nach Zeidler unternahm es der Herr von Betancourt, ohne von Zeidlers Bemühungen etwas gewußt zu haben, eine neue Einrichtung des Dampfmeſſers zu erfinden [q]), und Beobachtungen über das Wachsthum der Elaſticität der eingeſchloſſenen Dämpfe des Waſſers durch eine beſtimmte Anzahl von Wärmegraden damit anzuſtellen. Auch dieſer machte ſeinen Dampfmeſſer aus Kupfer in Geſtalt einer Kugel, die birnförmig ausläuft, und brachte in der Deckplatte drey Oeffnungen an; die eine für das hineinzugießende Waſſer mit einer feſten Schwanzſchraube; die zweyte im Mittelpunkte der Deckplatte, in welche ein Thermometer feſt gekittet wurde, ſo daß die Kugel 2 Zoll über dem Boden hing; und die dritte, in welche das offene Ende der gläſernen Barometerröhre dampfdicht befeſtigt wurde. Von der Dampfdecke ab ging dieſe Röhre erſt einige Zoll ſenkrecht in die Höhe, dann eben ſo weit horizontal, und darauf 30 Zoll ſenkrecht herab. Hier erweiterte ſie ſich in ein cylindriſches Gefäß, von deſſen Boden ab ſie ſich wieder aufwärts krümmte, und nun 110 Zoll ſenkrecht in die Höhe ſtieg. Eine bewegliche Skale, die ſich längs der Röhre herauf und herab ſchieben ließ, zeigte ganze Pariſer Zoll und zwanzigſtel Zoll. Die herabgehende und das unterſte Stück heraufgehende Röhre wurden mit Queckſilber gefüllt, das obere Ende der langen Röhre zugeſchmolzen, und hier eine torricelliſche Leere angebracht. Um auch den Topf oder die Kugel luftleer zu machen, war im Halſe deſſelben, an der Seite, eine kupferne Röhre

q) Mémoire ſur la force expanſive de la vapeur de l'eau et de l'eſprit du vin. à Paris 1792. 4.

Röhre mit einem Hahne angebracht, mittelſt deren er ſich mit dem Recipienten einer Luftpumpe verbinden und auspumpen ließ, bis das Queckſilber im langen Schenkel nur um ein Paar Linien höher, als in dem herabgehenden Schenkel, ſtand. Wurde dann die Kugel über ein Feuer geſetzt, ſo preßte der ſich entwickelnde Dampf das Queckſilber in der längern Röhre hinauf, wobey dann die Wärmegrade und die gleichzeitigen Queckſilberhöhen ſorgfältig beobachtet wurden. Ein Auszug ſeiner mit dieſem Apparat angeſtellten Beobachtungen iſt folgender:

Wärmegrade nach Reaum.		Elaſticität in Pariſ. Zollen	Wärmegrad nach Reaum.		Elaſticität in Zollen
10°	-	0,15	70°	-	16,90
20	-	0,65	80°	-	28,00
30	-	1,52	90	-	46,40
40	-	2,92	95	-	57,80
50	-	5,35	100	-	71,80
60	-	9,95	104	-	84,00
67	-	14,50	110	-	98,00

Nimmt man an, daß das Gewicht eines Cubikfußes Queckſilber 950 Pfund beträgt, ſo wird auf einen jeden Quadratfuß Fläche, auf welche Dämpfe von der Temperatur 80 Grad nach Reaum. wirken, der Druck dem Gewichte $79\frac{1}{6} . 28 = 2216\frac{2}{3}$ Pfund gleich ſeyn. Würde das Waſſer in einem eingeſchloſſenen Raume bis auf 100 Grad nach Reaum. erhitzt, ſo würde der Druck auf jeden Quadratfuß ſchon auf $79\frac{1}{6} . 71,80 = 5620,96$ Pfund ſteigen, mithin weit über die Hälfte wachſen, da doch die Hitze über den Siedpunkt nur 20 Grad höher ſteigt.

Aus den Erfahrungen des Herrn Betancourt hat Herr Prony r) eine Formel hergeleitet, durch deren Hülfe man aus der gegebenen Temperatur der Waſſerdämpfe ihre abſolute Elaſticität finden kann. Dieſe angegebene Formel iſt aber nur, wie Herr Gren bemerkt, für die Grenzen anwendbar, worin die Beobachtungen fallen, und würde, wenn man ſie bey Temperaturen über 115° Reaum. gebrauchen wollte, das aller Erfahrung widerſprechende Reſultat geben, daß bey noch mehr zunehmender Hitze die abſolute Elaſticität geringer würde. In dem zweyten Theile ſeines Buchs gibt Herr Prony aber eine viel ein⸗fachere und verbeſſerte Formel an.

Die Erfahrungen des Herrn von Betancourt und die de Lüc'ſchen hat Herr Gren s) mit ſeinen eigenen oben angeführten Verſuchen über den Grad der Siedhitze bey verſchiedenen Barometerhöhen ver⸗glichen, und gefunden, daß die Dämpfe des ſieden⸗den Waſſers, bey jedem Grade der Siedhitze des Waſſers, eine eben ſo große Elaſticität beſitzen, als die Luft, welche zur Zeit des Siedens auf die Flüſſigkeit drückt. Es läßt ſich folglich auch aus der geführten Tabelle bey beſtimmter Barome⸗terhöhe der Grad der Siedhitze des Waſſers, und umge⸗

r) Nouvelle architecture hydraulique, contenant l'art d'élever l'eau au moyen de différentes machines, de conſtruire dans ce fluide, de le diriger, et généralement de l'appliquer de diverſes manières. Prèm. partie. à Paris 1790. 4. Second. part. contenant la deſcription détaillée des machines à feu. à Paris 1796. 4.

s) Grens neues Journal der Phyſik. B. IV. S. 275 f.

umgekehrt, aus dem Siedgrade des Waſſers die Barometerhöhe finden.

Herr Prof. Schmidt in Gießen ſuchte den Apparat des Herrn von Betancourt dadurch zu verbeſſern, daß er ſtatt der doppelten Barometerröhre eine auf dem Deckel des Topfes ſtehende cylindriſche eiſerne Büchſe, die größtentheils mit Queckſilber angefüllt iſt, anbrachte. Durch ihre Bodenplatte und durch den Deckel des Topfes geht in einer Lederbüchſe eine eiſerne Röhre faſt bis an die Deckplatte der Queckſilberbüchſe hinauf, welche die heißen Waſſerdämpfe über das Queckſilber leitet, und durch eine Lederbüchſe in der Deckplatte ſelbſt ſteigt, faſt vom Boden der Queckſilberbüchſe an, eine lange, oben offene und mit einer Skale verſehene Barometerröhre ſenkrecht hinauf, in welche der Druck der Dämpfe das Queckſilber aus der eiſernen Büchſe in die Höhe treibt. Mit dieſem Apparate hat Herr Schmidt neuere Verſuche über die Elaſticität der Waſſerdämpfe angeſtellt, und aus denſelben folgende Formel hergeleitet. Bedeutet nämlich t den Wärmegrad des Waſſerdampfs nach der 80theiligen Skale des Queckſilberthermometers, und e die Höhe der Queckſilberſäule, deren Druck die Expanſivkraft dieſes Dampfs mißt, in 100 Pariſ. Zollen, ſo iſt nach Herrn Schmidt $e = t.\,1{,}4113 + 0{,}005\,.\,t$.

Herr Schmidt hat ſehr überzeugend dargethan, daß dieſe Formel nicht allein innerhalb der Grenze der bisherigen Verſuche der Expanſivkraft der Waſſerdämpfe nach ſeinen Verſuchen weit beſſer, als die von Prony aufgeſtellten, entſpricht, ſondern auch über die Grenze hinaus ſehr wahrſcheinlich bleibt, indeß die Pronyſche gar bald zu ſinnloſen Reſultaten führt.

Herr

Herrr Biker zu Rotterdam hat ſich mit dieſem Gegenſtande noch weiter befaßt [t]). Er bemerkt, daß alle bisher angegebene Dampfmeſſer einigen Fehlern unterworfen wären. Was nämlich Zeidler's Einrichtung betreffe, ſo habe 1. der Dampf keinen unmittelbaren Zutritt zur Thermometerkugel; die Hitze deſſelben müſſe zuvor durch die kupferne Büchſe und eine andere Flüſſigkeit hindurchgehen, zeige ſich daher am Thermometer immer zu geringe, und die Ausdehnung des Dampfs bey zunehmender Wärme laſſe ſich deshalb auf dieſe Art nicht genau meſſen; 2. enthalte der papinianiſche Topf noch Luft, mit dem der Dampf ſich menge, und wobey er in gleichem Wärmegrade nicht zu einer ſo großen Expanſivkraft, als ohne ſie, gelange.

Der Dampfmeſſer des Herrn von Betancourt ſchien ihm dieſen Fehler zu haben, daß der Dampf, ehe er mit dem Queckſilber in Berührung kommt, außerhalb des Dampfgefäßes durch eine zu lange Glasröhre gehe, und dadurch eine merkliche Abkühlung und Verminderung ſeiner Expanſivkraft erleide. Auch glaubt er die Luft aus dem Kupfergefäße durch den Dampf ſelbſt vollkommener, als mittelſt einer Luftpumpe, austreiben zu können. Selbſt bey der verbeſſerten Einrichtung dieſes Apparats durch Herrn Schmidt glaubt Biker, daß der Dampf, ehe er noch die Queckſilberfläche erreicht, auf die er druckt, beträchtlich an Wärme, und mithin an Expanſivkraft, verlieren müſſe.

Dieß

t) Nieuwe Verhandelingen van het Bataaſſche Genootſchap de proefonder vindeliſke Wysbegeerk te Rotterdam. Deel 1. 1800.

Dieß und noch andere Umſtände veranlaßten daher dem Herrn Biker, auf die Ausführung eines neuen Dampfmeſſers zu denken. Die Einrichtung deſſelben iſt folgende: An den Rand eines eiſernen mit Heerd und Aſchenloch verſehenen Ofens ſind Anſätze befeſtigt, in welchen ein Keſſel oder Topf aus $\frac{3}{10}$ Zoll dickem Kupfer, inwendig 11 Zoll hoch und 10 Zoll weit, hängt. Zwiſchen dieſem und dem Ofen bleibt ſo viel Raum, daß die Flamme den Keſſel umſpielen kann. Der Deckel des Keſſels iſt noch einmal ſo dick, als dieſer, und durch feſte Schrauben unweit des Umfangs auf eine zwiſchen beyde gelegte Bleyſcheibe dampfdicht angedruckt. Ueberdieß enthält der Deckel 5 Oeffnungen. In der im Mittelpunkt iſt auf dazwiſchen befindlichem Bley der Fuß einer kupfernen Röhre, oder des ſogenannten Dampfcylinders, welcher einen Hahn enthält, feſt geſchraubt. Dieſer Hahn iſt doppelt durchbort, und durch ihn läßt ſich die Röhre mit dem Keſſel oder mit der äußern Luft in Verbindung ſetzen. Auch läßt er ſich ſo drehen, daß er dem Dampfe oder der Luft aus dem Keſſel den Ausgang ins Freye gewährt, um den Keſſel, vor Anfang der Verſuche, luftleer zu machen. Wenn man die Deckplatte der Röhre abſchraubt, läßt ſich in ihr ein dampfdicht ſchließender Kolben anbringen, an deſſen Kolbenſtange zu oberſt eine Meſſingſcheibe, etwas größer als der Querſchnitt des Cylinders, gelöthet iſt. Auf ſie legt man beliebige Gewichte von 30 Pfund und mehr, welche der Dampf durch ſeine Expanſivkraft hebt. Zum Behufe dieſer Art von Verſuchen dient auch eine kleine mit einem Hahn verſehene Röhre, welche aus dem Dampfcylinder hervortritt, und auf die ſich eine kleine Spritze anſchrauben läßt. Iſt das Gewicht gehoben, ſo dreht man den Hahn des Dampfcylinders ſo,

ſo, daß er die Gemeinſchaft mit dem Keſſel aufhebt, und die Röhre mit der äußern Luft in Verbindung ſetzt, und ſpritzt dann Waſſer in die Röhre. Dieſes condenſirt die Dämpfe, und läuft, während das Gewicht wieder herabſinkt, durch die Oeffnung im Hahne ab.

Die zweyte Oeffnung des Deckels dient, den Keſſel bis zu beliebigen Höhen mit Waſſer zu füllen, die man an einem Zollſtabe, der hineingeſteckt wird, abnimmt. In dieſe Oeffnung läßt ſich eine mit einem Hahn verſehene Röhre über einem Bleiringe dampfdicht einſchrauben, in welche eine zweyte horizontale Röhre paßt, durch die der Keſſel mit dem Recipienten einer Luftpumpe in Verbindung zu ſetzen, und die Luft aus ihm auszupumpen iſt. Statt jener Röhre kann man auch ein Sicherungsventil in die Oeffnung einſchrauben, welches aus einem Kegelventil beſteht, deſſen Conus durch einen darauf ſtehenden Stift mit einem kleinen horizontal liegenden einarmigen Hebel, unweit deſſen Drehpunkt, verbunden iſt, und durch Gewichte, die ans Ende des Hebels angehängt werden, ſich mit beliebiger Stärke andrucken läßt. Ueberſteigt die Expanſivkraft der erhitzten Dämpfe den Grad, der dieſem Drucke entſpricht, ſo wirft der Dampf den Conus in die Höhe, und die Dämpfe, die ſonſt Theile des Apparats ſprengen könnten, entweichen durch dieſes Ventil.

In der dritten Oeffnung des Deckels iſt ein Thermometer mit Fahrenh. Skale angebracht, deſſen Kugel 4 Zoll tief in den Topf hinab und, je nachdem dieſer mehr oder weniger gefüllt iſt, in Waſſer oder Dampf hängt.

In der vierten Oeffnung iſt die über 110 Zoll lange, oben luftleere Barometerröhre befeſtigt, welche durch einen eiſernen den Cylinder zu oberſt umfaſſenden Arm zugleich mit ihrer Skale in ſenkrechter Lage erhalten wird. Die Skale iſt in Zehntel Rheinl. Zolle abgetheilt. Das Thermometer und Barometer ſind in dieſe Oeffnungen, auf die von Prony angegebene Art, dampfdicht eingeſetzt. Das untere offene Ende der Barometerröhre geht bis nahe an den Boden eines eiſernen Behälters hinab, welches unter einem Deckel angebracht iſt, in der Tiefe 5 Zoll und in der Weite 2½ Zoll hält, und Queckſilber genug faßt, um damit die ganze Barometerröhre füllen zu können. Durch eine Oeffnung im Halſe des Behälters hat der Dampf des Keſſels freyen Zutritt über der Queckſilberfläche. Zu oberſt geht aus dieſem Behälter eine Nebenröhre ab, und tritt durch die fünfte Oeffnung des Deckels aus dem Keſſel hervor. Das Stück oberhalb des Deckels iſt mit einem in einem rechten Winkel durchborten Hahn verſehen, mittelſt deſſen ſich das Innere des Keſſels mit der äußern Luft in Verbindung ſetzen läßt, ſo daß durch ihn die Luft aus dem Keſſel, welche durch die Oeffnung im Halſe des Behälters in ſelbigen tritt, oder auch der Dampf, wenn er allzuheiß und zu ſtark expandirt wird, entweichen kann. Dieſer Hahn vertritt daher einiger Maaßen die Stelle eines Sicherungsventils.

Bey den Verſuchen, welche die Herren Biker und Rouppe mit dieſem Dampfmeſſer anſtellten, wurde, nachdem der Keſſel bis auf die beſtimmte Höhe mit Waſſer gefüllt war, zuerſt die Luft aus demſelben mittelſt einer Luftpumpe ſo viel als möglich ausgepumpt. Dann wurde ein kleines Feuer unter dem

dem Keſſel gemacht, um das Waſſer darin allmählig zu erwärmen und zum Kochen zu bringen. So wie das Thermometer den Siedpunkt, und das Queckſilber in der langen Röhre zugleich die Barometerröhre erreicht hatten, wurde das Feuer ausgedämpft, da ſich denn nach dem Erkalten aus dem Stande der Barometerprobe der Luftpumpe abnehmen ließ, ob auch der ganze Apparat völlig luftdicht ſchloß. War dieß der Fall, ſo wurde nun das Feuer wieder angemacht, und während der eine Beobachter ſich an das Thermometer ſtellte, und die ſteigenden Wärmegrade angab, beobachtete der andere die gleichzeitigen Barometerhöhen nach Zollen und Linien, welche ſogleich in eine vorläufig dazu eingerichtete Tabelle aufgezeichnet wurden.

Sie hatten die Verſuche mit verſchiedenen Waſſermengen im Topfe oder Keſſel angeſtellt, und zwar mit allen Waſſerhöhen von 1 bis 10 Zoll, indeß der Topf ſelbſt eine Tiefe von 11 Zoll hatte. In den Reſultaten derſelben fanden für einerley Wärme keine Unterſchiede von Belang ſtatt, ſo daß die größere oder geringere Waſſermenge im Gefäße keinen Einfluß auf den Verſuch zu haben, und nichts zur Expanſivkraft des Waſſerdampfs bey gegebener Hitze beyzutragen ſcheint. Nur ſchienen, wenn der Keſſel mehr mit Waſſer gefüllt war, die Stöße ſchwächer zu ſeyn, oder ganz zu fehlen, die man ſonſt zu Anfange des Kochens hört; wahrſcheinlich weil dann der luftleere Raum über dem Waſſer geringer iſt, und ſich ſchneller mit Dämpfen füllt, die durch ihren Druck das Aufſteigen des Dampfs in großen Blaſen verhindern.

Ein kurzer Auszug aus ihren Reſultaten iſt folgender:

Wär-

Wärmegrade nach Reaumür	Wärmegrade nach Fahrenheit	Elaſticität in Zollen zu Folge der Verſuche	
		von Schmidt	von Biker und Rouppe
80°	212°		29
85	$223\frac{1}{4}$	36,7	39,6
90	$234\frac{1}{2}$	45,2	45,9
95	$245\frac{3}{4}$	56,8	56,1
100	257	69,4	69
105	$268\frac{1}{4}$	83,8	83
110	$279\frac{1}{2}$	104,3	
111	$281\frac{3}{4}$	108	
112	284	113,1	
113	$286\frac{1}{4}$	117,1	
114	$288\frac{1}{2}$	121,3	

Noch viel weiter iſt Dalton [u]) über dieſen Gegenſtand vorgedrungen. Er bemerkt ganz richtig, daß es ein weſentlicher Fehler iſt, daß man die Größe der Expanſion der Dämpfe nur für höhere, nicht aber für niedrige Grade der Wärme beſtimmt habe, welches letztere aber für die Naturlehre weit wichtiger als das erſte ſey.

Die Methode, deren ſich Dalton zur Beſtimmung der expanſiven Kraft der Dämpfe bediente, war folgende: Er nahm eine vollkommen trockene Barometerröhre, füllte ſie mit eben ausgekochtem Queckſilber, und bemerkte den Stand der Queckſilberſäule in ihr. Darauf graduirte er die Röhre nach ganzen und Zehntel Zollen mittelſt einer Feile, goß von der Flüſſigkeit, die zum Verſuche dienen ſollte, ſo viel hinein, daß ſich die ganze innere Seite damit eben näſſen ließ, füllte ſie dann wieder mit Queckſilber, und kehrte die Röhre

u) Memoires of the litterary and philoſoph. ſociety of Mancheſter. Vol. V. P. II. p. 550.

Röhre ſehr ſorgfältig um, ſo daß dabey keine Luft hinein kommen konnte. Blieb nun das Barometer eine Zeitlang ſtehen, ſo ſammelte ſich über dem Queckſilber allmählich $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{8}$ Zoll Flüſſigkeit, die längs der Wände in die Höhe ſchlüpfte; neigte man die Röhre, ſo ſtiegen das Queckſilber und dieſe Flüſſigkeit bis an die Spitze der Röhre, welches einen Beweis eines vollkommen luftleeren Raumes abgab.

Zur fernern Vorrichtung diente ihm eine 2 Zoll weite und 14 Zoll lange, an beyden Enden offene und mit Korkſtöpſeln verſehene Glasröhre. Beyde Korkſtöpſel hatten in der Mitte eine runde Oeffnung, durch die ſich die Barometerröhre ſchieben ließ. Der obere, der bloß beſtimmt war, die Barometerröhre zu halten, war halb weggeſchnitten, ſo daß durch ihn Waſſer in die weitere Röhre gegoſſen werden konnte; der untere war ringsum waſſerdicht verwahrt. Ward nun Waſſer von einer gegebenen Wärme in die weitere Röhre gegoſſen, ſo umgab es den obern oder luftleeren Raum des Barometers, und ſo ließ ſich dann der Effekt dieſer Temperatur in der Bildung des Dampfs innerhalb der Röhre nach den Seiten der Queckſilberſäule beurtheilen. Auf dieſe Art hat Dalton den luftleeren Raum mit Waſſer bis auf eine Temperatur von 155° hinauf umgeben. Bey höhern Wärmegraden war der Glasapparat nicht mehr brauchbar; für ſie bediente er ſich daher eines andern Apparats.

Er verſchaffte ſich zwey zinnerne, 2 Fuß lange Röhren, eine dünne, an beyden Enden offene, in welche beym Verſuche die obere Hälfte eines Heberbarometers mittelſt zweyer Korke befeſtigt wurde, und eine 4 Zoll weite, die an einem Ende durch eine zinnerne Platte verſchloſſen war. Dieſe Platte hatte in der

der Mitte ein Loch, durch welches die dünne Zinnröhre in die weitere ſo hineinpaßte, daß ſie ſich in der Achſe deſſelben befand, und in dieſer Lage war ſie darin feſt gelöthet. In die weitere Röhre wurde das heiße Waſſer von beſtimmter Temperatur gegoſſen, und das Steigen des Queckſilbers in dem andern Schenkel des Heberbarometers zeigte, um wie viel die Queckſilberſäule durch die ſich bildenden Dämpfe zum Sinken gebracht wurde.

Auch läßt ſich die Kraft der Waſſerdämpfe nach Dalton's Bemerkung zwiſchen 80° und 212° durch Verſuche mit einer Luftpumpe ausmitteln. Die Reſultate ſtimmen dabey vollkommen mit den durch die beſchriebenen Apparate erhaltenen überein. Man ſetzt zu dem Ende eine mit heißem Waſſer halb gefüllte Florentiner Flaſche, in welcher ein Thermometer ſteht, auf den einen Teller der Luftpumpe, überdeckt ſie mit einem Recipienten, und bringt auf den andern Teller eine Barometerprobe. Alsdann pumpt man langſam die Luft aus, und bemerkt im Augenblicke, indem das Auskochen beginnt, den Thermometer- und Barometerſtand. Die Barometerprobe mißt die Kraft des Waſſerdampfs von der beobachteten Temperatur. Dieſe Methode läßt ſich auch bey andern Flüſſigkeiten anwenden. Alle Thermometer, deren ſich Dalton bey dieſen Verſuchen bediente, waren nach einem guten Probethermometer gehörig abgeglichen.

Wiederholte Verſuche nach allen dieſen Methoden, und eine ſorgfältige Vergleichung aller ihrer Reſultate, ſetzten ihn in den Stand, eine Tabelle über die Kraft der Waſſerdämpfe in allen Temperaturen von 32° bis 212° zu entwerfen; die unter 32° beruhte

zwar

zwar nicht auf unmittelbare Verſuche, ward aber doch mittelbarer Weiſe durch mehrere Reihen von Verſuchen bewährt.

Expanſivkraft der Waſſerdämpfe in allen Temperaturen vom Gefrierpunkte des Queckſilbers oder — 40° Fahrenh. bis auf 325° Fahrenh. nach engliſchen Zollen Queckſilberhöhe.

Temperatur	Engliſche Zoll Queckſilberhöhe	Temperatur	Engliſche Zoll Queckſilberhöhe
— 40	0,013	180	15,15
— 30	0,020	190	19,00
— 20	0,030	200	23,64
— 10	0,043	210	28,84
0	0,064	215	30,00
+ 10	0,090	220	34,99
20	0,129	230	41,75
30	0,186	240	49,67
40	0,263	250	58,21
50	0,375	260	67,73
60	0,524	270	77,85
70	0,721	280	88,75
80	1,00	290	100,12
90	1,36	300	111,81
100	1,86	310	123,37
110	2,53	315	129,29
120	3,33	320	135,00
130	4,34	321	135,14
140	5,74	321	137,28
150	7,42	323	138,42
160	9,46	324	139,56
170	12,13	325	140,70

Dieſe

Dieſe Reſultate berechtigten den Herrn Dalton zu dem Schluß, daß die Expanſivkraft des Waſſerdampfs in einer geometriſchen Progreſſion fortſchreite, deren Exponent aber, ſtatt beſtändig zu ſeyn, allmählig abnimmt. So war dieſe Kraft für 32°, 122°, 212°, mithin bey Temperaturunterſchieden von 90°, folgende: 0,2000, 3.50, 30 engliſche Zoll Queckſilberhöhe, und der Exponent der Verhältniſſe, worin dieſe letztern ſtanden, 17,5, 8,57. Nahm man Temperaturunterſchiede, die nur $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ ſo groß ſind, ſo erhielt er aus ſeinen Beobachtungen folgendes Fortſchreiten der Exponenten des Verhältniſſes der Expanſivkräfte:

Bey Temperaturunterſchieden von 45°

Temperatur	Expanſivkraft	Exponenten
22°	0,200	
77	0,910	4,550
122	3,500	3,846
167	11,250	3,214
212	30,000	2,666

und bey Temperaturunterſchieden von 22½°

Temperatur	Expanſivkraft	Exponenten
32°	0,200	
54,5	0,435	2,17
77	0,910	2,09
99,5	1,820	2,00
122	3,500	1,92
144,5	6,450	1,84
167	11,250	1,75
189,5	18,800	1,67
112	30,000	1,59

Bey Temperaturunterſchieden von 11¼°

Temperatur	Expanſivkraft	Exponenten
32°	0,200	
43,25	0,297	1,485
54.5	0,453	1,465
65,75	0.680	1,41
77	0,910	1,44
88,25	1,290	1,43
99,5	1,820	1,41
110,75	2,540	1,40
112	3,500	1,38
133,25	4,760	1,36
144,5	6,450	1,35
155,75	8,550	1,33
167	11,250	1,32
178,25	14,600	1,30
180,5	18.800	1,26
200,75	24,000	1,27
212	30,000	1,25

Hier-

Hieraus ſieht man, daß die Exponenten ſehr nahe gleichförmig abnehmen. Iſt dieß wirklich der Fall, ſo laſſen ſich auch die Expanſivkräfte der Waſſerdämpfe jenſeits der Grenzen der Beobachtungen hinaus, ohne weitere Verſuche anzuſtellen, bis auf eine beträchtliche Weite ausdehnen.

Was die Expanſivkraft der Dämpfe anderer Flüſſigkeiten betrifft, ſo iſt bekannt, daß einige davon leichter verdampfbar als Waſſer, z. B. flüchtiges Ammoniak, Aether, Alkohol u. ſ. f.; andere dagegen ſchwerer als Waſſer zu verdampfen ſind, z. B. Queckſilber, Schwefelſäure, flüſſiger ſalzſaurer Kalk und dergl. Aus Verſuchen, die Dalton mit ſechs verſchiedenen Arten von Flüſſigkeiten angeſtellt hat, ergab ſich folgendes allgemeines Geſetz: Bey gleichem Temperaturunterſchiede iſt der Unterſchied in der Expanſivkraft der Dämpfe aller Flüſſigkeiten gleich, in ſo fern von Temperaturen angerechnet wird, bey welchen beyde Dampfarten dieſelbe Expanſivkraft haben. Nimmt man ſo z. B. ein für allemal eine Expanſivkraft von 30 engl. Zollen Queckſilber zum Punkte an, von welchem man ausgeht, und es verlieren, wie gefunden worden, Waſſerdämpfe von dieſer Expanſivkraft durch eine Verminderung der Temperatur von 30° die Hälfte ihrer Kraft; ſo verlieren auch die Dämpfe jeder andern Flüſſigkeit die Hälfte ihrer Kraft, wenn ihre Temperatur um 30° unter der, bey welcher ſie kocht, vermindert wird; und ſo bey allen andern Temperaturunterſchieden.

Die wichtigſten Unterſuchungen des Herrn Dalton betreffen aber die Expanſivkraft der Dämpfe in der Luft. Die hieher gehörigen Verſuche wurden mit Manometern, oder geraden, an einem Ende zugeſchmol-

 zenen

zenen Glasröhren, angeſtellt, deren innerer Durchmeſſer $\frac{1}{15}$ Zoll betrug, und die nach Theilen ihrer Capacität graduirt waren. Ein oder zwey Tropfen der Flüſſigkeit, mit welcher der Verſuch angeſtellt werden ſollte, wurden bis an das zugeſchmolzene Ende der Röhre vorgebracht, darauf die innere Fläche der Röhre mit einem Drathe, der mit einem Faden umwunden war, gereinigt, dann atmoſphäriſche Luft oder eine andere Gasart in die Röhre gelaſſen, und zuletzt eine Queckſilberſäule von $\frac{1}{10}$ bis 30 Zoll Länge, je nachdem der Verſuch eine kürzere oder längere erforderte, hineingebracht, welche in der Röhre ſchwebte. Wurde nun das Ende des Manometers, wo ſich die Flüſſigkeit und Luft befanden, in ein hohes Glas voll Waſſer von einer gegebenen Temperatur gebracht, ſo mußte ſich die Wirkung des Dampfs im Expandiren der Luft zeigen, vorausgeſetzt, daß die Ausdehnung der bloßen Luft durch Wärme für jede Temperatur bekannt war. Dieſe Ausdehnung trockener Luft, die mit keiner Flüſſigkeit, außer mit Queckſilber, in Berührung war, hatte Dalton zuvor unterſucht. Wahrſcheinlich iſt die Ausdehnung aller elaſtiſchen Flüſſigkeiten unter gleichen Umſtänden gleich, oder nahe ſo, und 1000 Theile irgend einer elaſtiſchen Flüſſigkeit werden durch eine Wärme von 180° nahe gleichförmig bis auf 1370 oder 1380 Theile expandirt.

Das Reſultat aller Verſuche, welche er mit verſchiedenen Flüſſigkeiten in allen Temperaturen von 32° bis 212° angeſtellt hatte, führte auf einen allgemeinen Satz, welcher folgender iſt: Irgend eine Luftart, die von aller Feuchtigkeit befreyet iſt, und eine bekannte Temperatur hat, ſtehe unter einem gegebenen Drucke von p engliſche Zoll Queckſilberhöhe, und der

Raum,

Raum, den ſie unter dieſen Umſtänden einnimmt, werde = 1 geſetzt. Ferner ſey die Kraft des Dampfs irgend einer Flüſſigkeit bey derſelben Temperatur im luftleeren Raume = f Zoll Queckſilberhöhe. Werden nun dieſe Luft und dieſe Flüſſigkeit in Berührung gebracht, ſo erfolgt ſogleich eine Ausdehnung des Raums, welchen die Luft einnahm, und zwar entweder unmittelbar, oder doch binnen kurzer Zeit, bis zu einem

Raume $= 1 + \frac{f}{p - f} = \frac{p}{p - f}$.

Es ſey ſo z. B. p = 30 engl. Zoll Queckſilberhöhe, ſo wird, wenn Waſſer und Luft in Berührung ſind, bey einer Wärme von 180°, bey welcher f = 15 Zoll Queckſilberhöhe iſt, der Raum und Dampf

einnehmen $= \frac{30}{30 - 15} = 2$, alſo das Doppelte

des Raums, den die trockene Luft allein in dieſer Temperatur eingenommen haben würde. — Gerade ſo erzeugt Waſſer, das unter einem Drucke von 60 Zoll Queckſilberhöhe ſteht, bey einer Temperatur von 212°, wenn f = 30 Zoll iſt, Dampf, der das Volumen der Luft gerade verdoppelt. Für Aether-Dampf iſt f = 15 Zoll bey 70° Wärme; daher muß, wenn Aether von 70° Wärme zur Luft hinzugelaſſen wird, die unter einem Drucke von 30 engliſche Zoll Queckſilberhöhe ſteht, das Volumen der Luft verdoppelt werden. — Atmoſphäriſche Luft und Waſſerſtoffgas werden durch Waſſerdämpfe in allen Temperaturen, unter übrigens gleichen Umſtänden, um gleich viel ausgedehnt.

Endlich bemerkt Dalton noch, daß die Annahme einer chemiſchen Verwandtſchaft zwiſchen den

Gasarten und Dämpfen verſchiedener Art, mit dieſem Phänomen ganz unvereinbar ſey. Man könnte ſich zwar denken, daß alle Gasarten eine gleiche Verwandtſchaft zum Waſſer hätten; obgleich auch dieſe Vorausſetzung, als etwas, das gegen alle Analogie mit andern Geſetzen chemiſcher Verwandtſchaften ſey, nicht zuläſſig ſeyn möchte. Allein noch weiter zu gehen, und anzunehmen, Waſſer verbinde ſich mit jener Gasart in derſelben Menge, womit ſich der Dampf deſſelben im luftleeren Raume verbinde, oder mit andern Worten, die Elaſticität beyder verbunden bleibe völlig dieſelbe, wie ſie vor der Verbindung war; das heißt in der That, aus Liebe zu einer Hypotheſe zu weit gehen.

Nach ſeiner Vorſtellung ſtoßen ſich die Theilchen des Dampfs nur unter ſich, und eben ſo die Lufttheilchen nur unter ſich zurück; die Dampftheilchen und Lufttheilchen ſind dagegen ohne alle Wirkung auf einander; ſie ſtoßen ſich nicht gegenſeitig ab, ziehen ſich auch nicht an, und ſind durch einander aufs gleichförmigſte verbreitet, vermöge der Zurückſtoßung, welche die Lufttheile gegen einander, und eben ſo die Dampftheile gegen einander ausüben. Daher wird weder die Expanſivkraft noch die Dichtigkeit der Luft an ſich durch den Dampf im mindeſten verändert; beyde ſind ganz dieſelben, es mögen ſich zwiſchen den Lufttheilchen Dampftheilchen befinden oder nicht. Nur darin ändert der Dampf etwas, daß die Expanſivkraft deſſelben der Expanſivkraft der Luft zu Hülfe kommt, und daß beyde gegen Hinderniſſe mit vereinter Kraft wirken: der Dampf, ſo lange tropfbare Flüſſigkeiten vorhanden ſind, bey derſelben Temperatur, mit einer beſtändigen Kraft; die Luft mit einer

ner Kraft, welche mit ihrer Dichtigkeit zu- und abnimmt.

An den ſogenannten Dampfmaſchinen hatte zwar James Watt weſentliche Fehler verbeſſert; allein nach der Zeit hat er immer mehr Verbeſſerungen anzubringen geſucht. Die von ihm ſeit 1770. gegen alle vorhin übliche ſchon viel verbeſſerte Einrichtung der Dampfmaſchinen, wie ſie auch bisher in Deutſchland eingerichtet waren, beſtand kurz in Folgendem: Der Cylinder wurde noch mit einem andern Behältniſſe umgeben, welches beſtändig mit heißem Dampfe angefüllt war, um den Cylinder in einer ſtets gleichförmigen Hitze zu erhalten. Auch wurde der Kolben in den Cylinder nicht durch den Druck der atmoſphäriſchen Luft, ſondern durch die Elaſticität des Dampfs in dem Behältniſſe hinabgetrieben, wenn unter demſelben der leere Raum bewerkſtelligt war. War nun der Kolben auf den Boden des Cylinders gekommen, ſo wurde der Zufluß der Dämpfe oberhalb des Kolbens durch Verſchließung eines Ventils gehemmt, und dagegen durch Oeffnung eines andern Ventils den oberhalb des Kolbens befindlichen Dämpfen nun auch ein Eingang in den Cylinder unterhalb des Kolbens verſchafft. Damit hatten die Dämpfe oberhalb und unterhalb des Kolbens ein völliges Gleichgewicht, und der Kolben hätte ruhig bleiben müſſen, wenn nicht der eine Hebelarm ein Uebergewicht gehabt, und den Kolben des Cylinders weiter hinauf gezogen hätte. Nun öffnete ſich ein drittes Ventil, wodurch der unterhalb des Kolbens im Cylinder befindliche Dampf in eine beſondere vorhin leere Röhre, den Condenſator, geleitet wurde. Hier begegnete dem Dampfe ein Strahl kaltes Waſſer, welcher ihn ſogleich zu

Waſſertropfen verdichtete; dadurch entſtand unterhalb des Kolbens ein leerer Raum, und da ſich zugleich das erſte Ventil wieder öffnete und die Verbindung mit dem Keſſel und dem Theile des Cylinders oberhalb des Kolbens wieder herſtellte, ſo ſank der Kolben im Cylinder abermals hinab, und das Spiel der Maſchine fing von neuem an. Nachher hatten Watt und Boulton die Verbeſſerung der Dampfmaſchinen noch viel weiter getrieben. Sie hatten auch wirklich nach dieſer neuen Einrichtung eine große Maſchine erbauet, hielten ſie aber verſchwiegen. Als der Herr von Betancourt vom ſpaniſchen Hofe den Auftrag erhalten hatte, eine Sammlung von hydrauliſchen Unterſuchungen und Modellen zu veranſtalten, ſo reiſte er im Jahre 1788. nach England, um dieſe neue Dampfmaſchine ſelbſt in Augenſchein zu nehmen. Allein er konnte von dem innern verbeſſerten Mechanismus nichts Beſtimmteres erfahren; er bemerkte bloß, daß der Kolben des Cylinders an dem Hebelbaume nicht, wie gewöhnlich, vermittelſt einer Kette, ſondern durch eine unbiegſame Verbindung von Stangen befeſtigt war. Dieſer Umſtand gab dem Herrn von Betancourt Anlaß, den innern verbeſſerten Mechanismus zu errathen. Es ſchien ihm nämlich natürlich, daß der Kolben im Cylinder nicht allein, wie bey den bisherigen Maſchinen, beſtimmt ſeyn müßte, während des Herniedergehens das eine Ende des Hebelbaums mit ſich herabzuziehen, ſondern auch während ſeines Hinaufgehens den Hebelarm hinauf zu drucken, und folglich in dieſem letzten Falle nicht, wie bisher, das Uebergewicht des andern Hebelarms, ſondern auch der unterhalb des Kolbens in den Cylinder geleitete Waſſerdampf den Kolben, und mit ihm das eine Ende des Hebelarms heben müſſe. Daher haben dergleichen

ver-

verbeſſerte Maſchinen den Nahmen "Maſchinen mit doppelter Wirkung" erhalten. Nach dieſen Grundſätzen ließ Herr von Betancourt ein Modell im Kleinen verfertigen, welches von den Gebrüdern Perrier zu Paris völligen Beyfall erhielt. Dieſe entſchloſſen ſich daher, nach dieſem Modell eine Maſchine im Großen zu bauen, welche auch vollkommen nach Wunſch ausgefallen, und von Prony weitläuftig beſchrieben worden iſt.

Nach dieſer neuen Einrichtung ſtrömt alſo wie vorher der Dampf aus dem Keſſel in den Cylinder oberhalb des Kolbens, und druckt dieſen hinab. Sobald dieſer auf den Boden des Cylinders gekommen iſt, ſo tritt nun dieſer Dampf nicht unterhalb des Kolbens in den Cylinder, ſondern geht unmittelbar in den Condenſator; dabey ſtrömt aber jetzt, welches bey der vorigen Einrichtung nicht geſchah, unmittelbar aus dem Keſſel Dampf in den Cylinder unterhalb des Kolbens, und druckt ihn wieder hinauf, wird dann ſogleich auch wieder verdichtet, und ſo geht das Kolbenſpiel ununterbrochen fort.

Die Vortheile dieſer verbeſſerten Einrichtung ſind nicht geringe. Sie ſind folgende:

1. Die Größe und Stärke des Keſſels kann viel geringer als ſonſt ſeyn. Bey der alten Einrichtung, wo während des Steigens des Kolbens im Cylinder kein Dampf aus dem Keſſel ausſtrömen durfte, mußte nothwendig der Keſſel groß und ſtark genug ſeyn, um den während dieſer Zeit erzeugten Dampf, nebſt dem ſchon vorräthigen, zu faſſen, und den Druck deſſelben auszuhalten, welcher um ſo ſtärker ſeyn mußte, weil der Dampf nur die Hälfte der Zeit, da die Ma-

ſchine im Gange war, wirkte, und in dieſer halben Zeit die Wirkung hervorbringen mußte, zu welcher er nach der neuen Einrichtung die ganze Zeit über beytragen kann. Daher drang auch bey den vorigen Dampfmaſchinen während des Aufſteigens des Kolbens in dem Cylinder der Dampf durch die Fugen des Keſſels, welches jetzt nicht mehr geſchieht.

2. Die Unkoſten der Feuerung werden dadurch vermindert. Denn weil der Druck des Dampfs nach der neuen Einrichtung nicht mehr ſo ſtark als vorher ſeyn darf, ſo braucht man auch weniger Feuerung, um das Waſſer in Dampf zu verwandeln.

3. Können die Größen des Cylinders und der dazu gehörigen Stücke weit geringer als vorher ſeyn. Denn da der Waſſerdampf in den neuen Maſchinen während der ganzen Zeit des Gangs wirkſam iſt, da er es vorher nur während der halben Zeit war, ſo kann er auch, wenn er nur auf eine halb ſo große Oberfläche bey dem Kolben wirkt, doch eben ſo viel ausrichten, als wenn er auf eine doppelt größere Oberfläche wirkt.

4. Können bey der Einrichtung der neuern Maſchinen die ſonſt erforderlichen beträchtlichen Gegengewichte an dem einen Hebelarm erſpart werden, welches nicht allein den Preis, ſondern vorzüglich die in Bewegung zu ſetzende Maſſe vermindert.

5. Wird endlich auch eine gleichförmige Bewegung erhalten, welche vorher wegen des ſtarken Gegengewichts nicht wohl erlangt werden konnte.

Von den noch neuern Einrichtungen der Dampfmaſchinen des Herrn Watt hat Herr Mundt [x]) einige Nachrichten gegeben, und zugleich einen kleinen Verſuch zu einer allgemeinen Theorie dieſer Wirkung gemacht, wobey er das bekannte mariotteſche Geſetz, vom Druck der zuſammengepreßten Luft bey der Wirkung der elaſtiſchen Waſſerdämpfe, zum Grunde legt. Bey dieſer verbeſſerten Einrichtung iſt nur der 4te Theil der Dämpfe nöthig, welche man ſonſt anwendete, folglich auch ein weit kleinerer Keſſel, und etwa nur der 4te Theil der gewöhnlichen Feuerung; und doch wirkt dieſer Theil von Dämpfen weit mehr, als der 4te Theil der gewöhnlichen Einrichtung.

Im Jahre 1788. hatte auch Herr Oberbergrath Bückling [y]) eine Watt'ſche Dampfmaſchine bey Hettſtädt in der Grafſchaft Mansfeld zu Stande gebracht, welche aber im Sommer 1794. wieder abgeworfen, und eine beträchtlich größere an ihre Stelle geſetzt wurde. Bey dieſer hat man auch eine eigene Vorrichtung als Dampfmeſſer angebracht. Dieſer zeigt aber bloß an, ob der Dampf die gehörige expanſive Kraft erreicht oder überſtiegen habe, um die Maſchine in Gang zu bringen, er zeigt aber nicht die abſolute Elaſticität deſſelben im Dampfbehälter an. Zur Verbeſſerung dieſes Dampfmeſſers gibt daher Herr Gren [z]) folgenden Vorſchlag an: Es ſey nämlich

x) Nachricht von Watt's neueſten Verbeſſerungen ſeiner Dampfmaſchinen, in Grens neuem Journ. der Phyſik. B. IV. S. 143. f.

y) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik. B. IX. St. 2. S. 106. f.

z) Neues Journal der Phyſik. B. I. S. 188.

lich (fig. 23.) a der eine Dampfbehälter im lothrechten Durchſchnitt. An der einen Seitenwand wird ein Behältniß von Eiſenblech angebracht, deſſen Wand bb etwa einen Zoll weit von der Wand des Behälters entfernt iſt; übrigens kann die Länge 6 Zoll und die Höhe 8 Zoll betragen. Unten am Boden des Behälters wird eine eiſerne Röhre f von $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer angebracht, welche rechtwinklicht in die Höhe gebogen iſt, und ſich in einem kurzen Schenkel endigt. In der Oeffnung dieſes Schenkels wird eine gläſerne oben offene etwa 30 Zoll lange Röhre, die im Durchmeſſer etwa $\frac{3}{4}$ Linien beträgt, eingekittet, und an ſelbiger eine Skale befeſtigt. Das Behältniß bcb wird mit Queckſilber ungefähr 6 Zoll hoch angefüllt, welches folglich in die gläſerne Röhre eben ſo hoch als im Behälter treten wird, wenn nämlich die Elaſticität der im Behälter eingeſchloſſenen Luft mit der Elaſticität der äußern Luft gleich iſt. Von dieſem Punkte c an werden alsdann auf der Skale oberhalb und unterhalb Zolle und Linien gezeichnet. Außerdem wird in der Nähe ein gutes Barometer aufgehängt. Geſetzt nun, das Queckſilber ſteige in der Röhre bis d um 8 Zoll hinauf, indem das Barometer 27 Zoll 8 Linien zeigt, ſo wird die abſolute Elaſticität des Dampfs im Behälter durch die Summe von beyden, oder durch eine Queckſilberſäule von 35 Zoll 8 Linien ausgedruckt werden. Fiele hingegen das Queckſilber in der gläſernen Röhre unter c, ſo muß man alsdann den Abſtand von c in Zollen und Linien von der beobachteten Barometerhöhe ſubtrahiren, um die abſolute Elaſticität des Dampfs im Behälter der Maſchine zu erhalten. Uebrigens kann man das Niveau im Behälter und in der Röhre wegen des geringen Verhältniſſes des Querſchnitts der Röhre zum Querſchnitte des Behälters als unver-

unveränderlich betrachten; denn das Queckſilber müßte in der Röhre über c auf 80 Zoll in die Höhe ſteigen, wenn es im Behälter etwa $\frac{1}{2}$ Linie fiele.

Hypotheſen über die Wärme.

Die Meynungen der Phyſiker über das Weſen der Wärme theilen ſich in dieſem Zeitraume überhaupt in zwey Hauptklaſſen. Die eine begreift alle diejenigen, welche die Wärme als eine wirkliche Materie, und die andere diejenigen, welche ſie für einen bloßen Zuſtand, als keine Materie, annehmen.

Macquer [a]) und viele Andere betrachten die Lichtmaterie als reines Elementarfeuer. Wenn aber dieſes ein wirklicher Beſtandtheil der Körper ſelbſt geworden iſt, ſo erhält es bey ihm den Nahmen des brennbaren oder des fixen Feuers, und die Wärme beſteht in einer heftigen Bewegung aller Theile, beſonders aber des Brennbaren. Nach ſeiner Meynung iſt das freye Feuer eine überaus feine Materie, deren Theile nicht mit einander zuſammenhangen, und ſich in einer ſteten reiſſenden Bewegung befinden. Dieß Feuer iſt alſo beſtändig flüſſig, ja das einzige Princip der Flüſſigkeit auch in andern Körpern. Hierauf unterſucht Macquer, ob Wärme und Licht von einem einzigen oder von verſchiedenen Stoffen herrühren. Nach ihm iſt es ausgemacht, daß das Licht eine eigene Subſtanz ſey, weil man ſeine Bewegung kenne, überdieß auch vermögend ſey, ſeine Richtung zu ändern, es zu ſammeln, zu zerſtreuen, in die Zuſammenſetzung der Körper zu bringen, und davon wieder zu trennen. Dagegen ſcheint ihm aber die Wärme ein bloßer Zuſtand

a) Chymiſches Wörterbuch. Artik. Feuer.

ſtand zu ſeyn, in welchen eine jede Materie verſetzt werden kann, ohne daß ſie dadurch aufhört, das zu ſeyn, was ſie iſt; daher er ſie endlich für eine innere Bewegung der Theile der Körper erklärt. Da nun in den meiſten Fällen, wo Licht gegenwärtig iſt, auch Wärme erregt werden kann, und eine hinreichend ſtarke Wärme Licht hervorbringt, ſo glaubt er, daß beyde Wirkungen von ein und derſelben Subſtanz herrühren. Was die verbrennlichen Körper betrifft, ſo haben ſie die Eigenſchaft, wenn ſie einmal glühen, alle Erſcheinungen und Wirkungen des Feuers ſelbſt hervorzubringen, welche in der Chemie und in den Künſten gebraucht werden können, nämlich der Stoß des Lichts, das Reiben, Schlagen, und die Verbrennung entzündlicher Subſtanzen. Das Licht wirkt auf die Körper alsdann, wenn es in ihnen Wärme hervorbringen kann; und alle Wirkungen, welche es in dieſer Abſicht thut, laſſen ſich auf eine einzige, auf Ausdehnung zurückbringen. Das von den Körpern zurückgeworfene Licht macht ſie ſichtbar, und wirkt als Licht; das in ſie eindringende erwärmt, und wirkt als Feuer, obſchon beydes eine und dieſelbe Materie iſt.

Die Behauptung von dem Daſeyn eines wirklichen Wärmeſtoffs erhielt ſehr viel Wahrſcheinlichkeit durch die Entdeckungen der Herren Wilke und Black, daß nämlich beym Schmelzen des Schnees oder Eiſes eine beſtimmte Menge fühlbarer Wärme verloren gehe. Hieraus entſtanden nun die Begriffe von gebundener (latenter) und freyer Wärme. Nun erlaubte man ſich aber auch die Freyheit, anzunehmen, daß der Wärmeſtoff mit andern Körpern eine chemiſche Verbindung eingehen könne, und überhaupt, daß er ſich eben ſo verhalte, wie jede andere Materie.

Auf dieſe Entdeckungen der Herren Wilke und Black hat Crawford b) eine ſehr ſinnreiche Theorie über Wärme und Feuer gegründet. Nach ihm iſt abſolute Wärme diejenige Menge von Wärmematerie, welche ein Körper ohne Rückſicht der Maſſe und des Volumens in ſich enthält. Empfindbare Wärme eines Körpers iſt die Empfindung, welche in uns durch den Uebergang der Materie aus dem Körper in die Werkzeuge der Sinne bewirkt wird, wenn deren ausdehnende Kraft in dem Körper außer uns größer iſt, als in den Werkzeugen des Gefühls; außerdem würden wir dem Körper eine fühlbare Kühle oder Kälte zuſchreiben. Temperatur oder thermometriſche Wärme eines Körpers nennt er den Grad, welchen das Thermometer in dem Augenblicke zeigt, da die ausdehnenden Kräfte der abſoluten Wärme im Körper und Thermometer einander das Gleichgewicht halten, und alſo keines von beyden dem andern von ſeiner abſoluten Wärme etwas mehr entweder abgeben oder entziehen kann. Comparative oder, nach Wilke's Ausdrucke, ſpecifiſche Wärme zweyer Körper iſt das Verhältniß der Mengen von Wärmematerie, die ſie bey gleichen Maſſen und gleichen Temperaturen in ſich enthalten. Die über die ſpecifiſche Wärme angeſtellten Verſuche ſcheinen folgende Regel zu beſtätigen:

Wenn mit einer Materie mehr Brennbares verbunden wird, ſo wird dadurch ihre Fähigkeit, Wärmematerie unmerkbar zu machen, vermindert, und

b) Ad. Crawford's Verſuche und Beobachtungen über die thieriſche Wärme und die Entzündung brennbarer Körper; mit Morgan's Erinnerungen wider die Theorie des Herrn Crawford's. Leipz. 1785. 8.

und ein Theil ihrer abſoluten Wärme ausgetrieben. Wird ihr hingegen Brennbares entzogen, ſo wird ihre Fähigkeit, Wärmematerie unmerkbar zu machen, vermehrt, und ſie verſchluckt einen Theil der Wärme aus den ſie berührenden Körpern.

Dieſem Satze gemäß betrachtet Crawford das Brennbare als ein der Wärmematerie entgegengeſetztes Weſen, deſſen Verbindung mit einem Körper die Wärmematerie aus demſelben heraustreibt, dagegen durch die Wirkung des Wärmeſtoffs auf einen Körper die Anziehung deſſelben gegen das Phlogiſton vermindert wird. Hieraus erklärt er die Unterhaltung der Wärme im thieriſchen Körper, und die meiſten Erſcheinungen, welche beym Verbrennen der verbrennlichen Körper vorkommen.

Freye Wärme wirkt auf alle Körper, welche Brennbares enthalten, als Auflöſungsmittel. Hat nun die Luft einen freyen Zutritt dazu, ſo wird ſie ſich, wegen der ſtarken Verwandtſchaft des reinen Theils derſelben gegen das Phlogiſton, mit dem aus dem Körper entwickelten Phlogiſton verbinden, und dagegen ihre Wärme fahren laſſen, die zum Theil eine Verbindung mit dem Körper eingeht, welcher das Phlogiſton hergibt, zum Theil aber frey in der benachbarten Luft ſich vertheilt, und daher eine empfindbare, oft ſehr heftige Hitze erregt. Die atmoſphäriſche Luft, mit deren reinem Theile das Phlogiſton ſich verbindet, wird auf dieſe Art in phlogiſtiſirte oder fixe Luft verwandelt, deren ſpecifiſche Wärme 322 mal geringer iſt, als die der dephlogiſtiſirten. Hieraus iſt die große Menge des Feuers erklärbar, welche ſich bey der Verbrennung der verbrennlichen Körper entbindet

bindet und frey wird, beſonders, wenn ein beſtändiger Zug von friſcher Luft ſtatt finden kann, oder wenn die Verbrennung in Lebensluft geſchieht, worin Stahlfedern wie Schwefelfäden brennen.

Die frey gewordene Wärme wird dem Sinne des Gefühls empfindbar, und zeigt ſich auch in vielen Fällen dem Geſicht als Licht, wie bey dem Glühen und der Flamme. Dieſe letztere ſcheint ein in Luftgeſtalt abgeſondertes Phlogiſton zu ſeyn, welches ſich vielleicht ſo lange als Flamme zeigt, bis es ſeiner Luftgeſtalt beraubt iſt, und ſich mit der atmoſphäriſchen Luft verbunden hat. Ein Theil des entbundenen Phlogiſtons bleibt noch mit den übrigen vom brennenden Körper abgeſchiedenen Theilen vereinigt, welche den Rauch bilden, und eine Menge Feuertheile mit ſich nehmen, die in den höhern Gegenden der Atmoſphäre ſich wiederum mit denſelben verbinden. Daß die Hitze der Flamme einer Kerze ſo heftig, in einer geringen Entfernung davon aber nur ſchwach iſt, rührt daher, weil eben die Wärmemenge, welche die phlogiſtiſirte Luft bis auf einen ſehr hohen Grad erhitzt, die gemeine atmoſphäriſche Luft nur bis auf einen ſehr mäßigen Grad erwärmt.

Hieraus ergibt ſich, warum das Feuer nicht mehr fortbrennt, wenn die umher befindliche Luft weggenommen wird, oder wenn ſie mit Phlogiſton geſättigt iſt; denn alsdann kann ſie keines weiter von dem brennenden Körper aufnehmen, und dieſer daher keines abſondern. Auch die ſogenannte Verkalkung der Metalle erfordert den freyen Zutritt der Luft, und in einem verſchloſſenen Gefäße kann nur eine gewiſſe Menge Metall verkalkt werden, bis nämlich die eingeſchloſſene Menge mit Phlogiſton geſättigt iſt. Es

wirken

wirken daher Wärme und Luft bey der Verbrennung der Körper gemeinſchaftlich als Auflöſungsmittel; die erſtere zerlegt den Körper, indem die Luft ſich mit dem Phlogiſton verbindet, dieſer hingegen die in ihm enthaltene Wärme hergibt. Durchs Hinzuſtrömen von friſcher Luft wird die Hitze verſtärkt, beſonders wenn die zuſtrömende Luft ſehr rein iſt, weil mit der friſchen Luft ein neuer Vorrath von Wärme zugeführt, und zugleich die phlogiſtiſirte Luft, die die brennenden Körper umgibt, hinweggetrieben wird.

Uebrigens kann es Stoffe geben, welche durch eine für unſer Gefühl ſehr ſchwache Wärme ſchon ſo weit zerlegt ſind, daß ſich einiges Phlogiſton aus ihnen entwickelt. Sobald dieß mit der Luft in Berührung kommt, kann Hitze und Entzündung entſtehen. Auf dieſe Art erklärt ſich die Selbſtentzündung des Phosphors und des Pyrophorus an der Luft. Schlechter Phosphor wird an der Luft wenigſtens warm, und gibt einen Schwefelgeruch von ſich. Bey der Vermiſchung von Säuren und Oelen kann plötzlich eine Zerſetzung vorgehen; alsdann wird die umgebende Luft ſchnell phlogiſtiſirt, und dieſe muß dagegen eine große Wärmematerie abſetzen, die die Miſchung bis zur Entzündung erhitzen kann. Hieraus laſſen ſich die ſchnellen Erhitzungen des Saſſafras-, Guajack- und Nelkenöls mit rauchender Salpeterſäure, die Selbſtentzündung des mit Kienruß, Hanf und Flachs vermiſchten Hanf- und Leinöls, die Entſtehung der Hitze beym Verwittern der Kieſe u. ſ. f. begreifen.

Dieſe Theorie, welche viele Erſcheinungen ſo glücklich zu erklären ſchien, ward von den Naturforſchern beynahe mit allgemeinem Beyfall aufgenommen, und ſelbſt die von Morgan dagegen gemachten Ein-

würfe

würfe ſind von keiner weitern Erheblichkeit. Jetzt aber hat ſie ihren Werth verloren, da die Erſcheinungen des Verbrennens und anderer Phänomene weit glücklicher aus unbezweifelten Thatſachen hergeleitet werden.

Uebrigens behauptete Crawford, daß ſich Blacks latente Wärme mit den Stoffen nicht chemiſch verbinde, weil ſie ſich ſchon bloß durch Berührung kalter Körper wieder trenne. Er gebraucht daher die Ausdrücke: die Capacität oder die comparative Wärme der Stoffe werde vermehrt oder vermindert. Nach ihm hat nämlich Waſſer mehr Capacität, als Eis, Waſſerdampf mehr als Waſſer, Gasarten mehr als Dämpfe; die Gasarten nehmen mehr Wärme in ihre Zwiſchenräume auf, ohne ſich darum chemiſch mit ihr zu verbinden. Dieſe Crawford'ſche Vorſtellung hat Herr Hofr. Mayer [c]) noch mehr zu erläutern, und als ſtatthaft darzuſtellen geſucht. Doch ſtreitet er nicht über die Möglichkeit, daß die Wärme als wirkliche Materie eben ſo gut, wie andere Stoffe, den Geſetzen der Verwandtſchaft unterworfen ſeyn, und, wie dieſe, ſolche Verbindungen eingehen könne, bey welchen ſie derjenigen Eigenſchaft völlig beraubt iſt, wodurch ſie ſich zuvor auszeichnete. Allein ob ſie dieß wirklich thue, entſchieden wenigſtens die gewöhnlichen Vorſtellungen nicht. So ſage man z. B., daß diejenige Quantität Wärme, welche einer gewiſſen Portion Eis zugeſetzt werde, um es in eiskaltes Waſſer zu verwandeln, mit demſelben in eine chemiſche Ver-

c) Ueber die Geſetze und Modifikationen des Wärmeſtoffs. Erlang. 1791. 8. S. 6. f.

Verbindung trete, weil dieſer Zuſatz von Wärme, während das Eis ſchmilzt, ſich gleichſam den Sinnen entziehe, und keine Erhöhung der Temperatur hervorbringe. Man denke aber nicht daran, daß eine größere Quantität Wärmeſtoff in dem aus dem Eiſe entſtandenen Waſſer nur eine geringere ſpecifiſche Dehnkraft als die geringere Quantität im Eiſe haben dürfte, um erklären zu können, wie beyde Körper (Waſſer und Eis) im Gleichgewicht der Temperatur bleiben könnten, ohne in dem Waſſer auch nur einen Theil Wärme in einer chemiſchen Verbindung anzunehmen. Und in der That, wer könne das behaupten, wenn man ſehe, daß jener Zuſatz von Wärme, welcher das Eis in Waſſer verwandele, von ſelbſt wieder aus dem Waſſer entweiche, ſobald es einem Medium ausgeſetzt werde, worin die Spannung der Wärme geringer, als in dem Waſſer, ſey. Es habe alſo jene Quantität von Wärme nicht ihren eigenthümlichen Charakter der Beweglichkeit und des Strebens nach Gleichgewicht verloren, ſondern, indem ſie in das Eis ginge, nur eine Modifikation ihrer Dehnkraft erlitten, vermöge der ſie aber immer noch fähig genug ſey, zur Herſtellung eines Gleichgewichts in das umgebende Mittel und die in ihm befindlichen Körper überzuſtrömen; man werde ſie alſo nicht als gebundene Wärme betrachten müſſen.

Wie unrichtig überhaupt der Schluß ſey, fährt Herr Mayer fort, daß, wenn eine gewiſſe Portion Wärmeſtoff, einem Körper zugeſetzt, keine Temperaturerhöhung hervorbringe, dieſer Zuſatz chemiſch mit dem Körper verbunden worden ſeyn müſſe, laſſe ſich auch ſo einſehen. Geſetzt, der freye Wärmeſtoff erweitere ſich die Zwiſchenräume des Körpers, in den er

ein-

einſtrömt, wie das mit einigen ſcheinbaren Ausnahmen allemal der Fall ſey; könnte nicht dieſe (durch ihn ſelbſt hervorgebrachte) Ausdehnung, z. B. beym Schmelzen des Eiſes (denn daß die Wärme auch dieß ausdehne, wenn man von den Luftblaſen abſtrahire, die nicht zum Weſen deſſelben gehörten, ſey bekannt), ſo viel betragen, daß die größere Menge des freyen Wärmeſtoffs in den größern Zwiſchenräumen des Waſſers dennoch eben die Intenſität und Spannung beybehielte, als die geringere in den kleinern Zwiſchenräumen des Eiſes, letzterm alſo das Gleichgewicht hielte, wie eine größere Portion Luft einer geringern von eben der Dichtigkeit? Habe man alſo, um die Veränderlichkeit der Temperatur beym Schmelzen des Eiſes zu erklären, eine Bindung des dazu verwandten Wärmeſtoffs nöthig? Entziehe er ſich nicht nur ſcheinbar dem Thermometer, wenn er ſich in die größern Zwiſchenräume des Waſſers verberge?

So könnte man nun auch, meynt Herr Mayer, von derjenigen Quantität Wärme, welche zur Bildung des Dampfs und einer luftförmigen Flüſſigkeit verwandt wird, behaupten, daß ſie nur in einem modificirten freyen Zuſtande verbleibe.

Nach Herrn Mayer ſollte der Wärmeſtoff nur alsdann gebunden heißen, wenn die Ziehkraft eines Körpers gegen ihn ſo beträchtlich wäre, daß er dadurch ſeine Elaſticität gänzlich verlöre, und gar kein Vermögen übrig behielte, in ein abſolut kaltes Medium überzuſtrömen. So lange er nur noch etwas von dieſem Vermögen übrig hätte, ſo könne er durch hinreichende Verminderung der Temperatur des Mediums, dem er ausgeſetzt werde, aus dem Körper eben ſo gut entweichen, als die Wärme aus dem

heißen Waſſer, und verdiene alſo ſo gut wie dieſe den Nahmen der freyen Wärme. So führe man gewöhnlich für die Behauptung, daß in luſtförmigen Flüſſigkeiten der Wärmeſtoff chemiſch gebunden ſey, den Grund an, daß man keine ſolche Flüſſigkeit bloß durch Verminderung der äußern Temperatur ſich zerſetzen, und den in ihr enthaltenen Wärmeſtoff, wie bey den wäſſerigen Dämpfen, in Wirkſamkeit kommen ſehe; allein hiermit ſey nur ſo viel geſagt, daß keine uns bekannte Verminderung der Temperatur eine luſtförmige Flüſſigkeit in einen tropfbaren oder feſten Zuſtand zu verwandeln hinlänglich ſey. Die Unmöglichkeit, daß dieß gar nicht geſchehen könne, ſey dadurch keineswegs erwieſen, weil wir auch bey den höchſten uns bekannten Graden der Kälte dennoch von dem Punkte der gänzlichen Beraubung aller Wärme immer noch ſehr weit entfernt wären.

Herr Mayer nimmt vielmehr an, derjenige Wärmeſtoff, welchen die Körper aufnehmen, umgebe jedes Theilchen deſſelben, wie eine Atmoſphäre. Denn die Ziehkraft der Theilchen gegen ihn müſſe zunächſt an den Theilchen ſtärker ſeyn, als in einer größern Entfernung; wenn daher ein Gleichgewicht ſtatt finden ſolle, ſo müſſe die verminderte Elaſticität des Wärmeſtoffs nahe um die Körpertheile durch eine größere Dichtigkeit deſſelben erſetzt werden, wodurch ſich eine Atmoſphäre um jedes Theilchen bilden müſſe. Auch erklärt er hieraus, warum die torricelliſche Leere unter gleichen Umſtänden weniger Wärmeſtoff aufnimmt, als andere gleich große Räume, welche aber zum Theil mit materiellen Theilen erfüllt ſind; indem die große ſpecifiſche Dehnkraft des Wärmeſtoffs im leeren Raume

me bey einer ſehr geringen Dichtigkeit dem ungleich dichtern, aber minder elaſtiſchen Wärmeſtoffe zwiſchen den materiellen Theilen eines Körpers das Gleichgewicht halten könne. Daraus ſchließe Herr Mayer, daß ein Körper bey ſonſt gleichen Umſtänden deſto mehr Wärme aufnehme, je mehr durch die Ziehkraft ſeiner Theilchen die natürliche Dehnkraft des Wärmeſtoffs geſchwächt werde. Weil nach Mayer's Theorie die ſpecifiſche Dehnkraft des Wärmeſtoffs, ſelbſt in dem nämlichen Körper, nicht durchaus gleich, und das Geſetz, nach welchem ſie ſich ändert, unbekannt iſt, ſo muß man ſich in jedem Körper eine mittlere ſpecifiſche Dehnkraft denken, und eben dieſe iſt es, welche man durch die Methode der Mengungen zu erhalten ſucht.

Herr Mayer glaubt mit Crawford, daß die ſich verbergende und frey werdende Wärme bloß von veränderter Capacität, nicht von chemiſcher Verbindung und Scheidung abhange. Bey den luftförmigen Flüſſigkeiten ſollte man, meynt Herr Mayer, den Ausdruck Permaneität aus den Lehrbüchern der Naturlehre gänzlich verbannen, indem es gar wohl innerhalb der Grenzen der abſoluten Null eine Temperatur geben könne, bey welcher die luftförmigen Flüſſigkeiten ſich eben ſo gut zerſetzen könnten, als ſich die Dämpfe ſchon zu vereinigen anfingen, ſobald ſie in eine Temperatur gelangten, welche weniger als 212° Fahrenh. betrage. Selbſt beym Verbrennen entſtehe die Hitze nur allein durch die Decompoſition der Luft, welche den Körper umgebe. Sie werde größtentheils auch ſelbſt durch Verminderung der Capacität des brennenden Körpers, indem derſelbe den Sauerſtoff der Luft anziehe, dagegen aber auch wie-

der anderer Beſtandtheile beraubt werde und dadurch eine Formänderung erfahre, hervorgebracht werden können.

Da es alſo ſtreitig war, ob es wirklich einen chemiſch gebundenen Wärmeſtoff gebe, ſo unternahm es Herr Prof. Schmidt in Gießen [d]), einige Verſuche über die Aenderungen in der Dichtigkeit und Temperatur bey verſchiedenen Miſchungen anzuſtellen, welche die Frage zu entſcheiden ſcheinen, ob Wärme chemiſch gebunden werde? Es iſt nämlich bekannt, daß einige Flüſſigkeiten bey einer Vermiſchung ihren Raum verändern und dichter werden, und daß bey mehreren dieſer Miſchungen zu gleicher Zeit ein beträchtlicher Grad von Wärme entſteht. Daher war Herr Schmidt begierig zu wiſſen, wie die Aenderungen in der Dichtigkeit ſich zu den erzeugten Graden der Wärme verhielten, weil man dadurch der Beantwortung der Frage näher kommen könne: ob die bey Miſchungen bemerkten Aenderungen in der Temperatur bloß aus den veränderten Capacitäten der gemiſchten Körper für die Wärme, oder nur mit Hülfe eines chemiſch gebundenen und frey werdenden Wärmeſtoffs befriedigend erklärt werden könnten? Herr Schmidt nennt den Unterſchied zwiſchen der nach der Regel, daß die Dichtigkeit der Miſchung der Summe der Maſſe dividirt durch die Summe der Räume gleich iſt, berechneten Dichtigkeit, und der durch die Beobachtung gefundenen Aenderung der Dichtigkeit. Wenn durch die Miſchung eine Aenderung in der Temperatur der gemiſchten Flüſſigkeiten erfolgt, ſo muß man die Dichtigkeit der Miſchung, erſt nachdem ſie auf die vorige Temperatur

d) Gren's neues Journal der Phyſik. B. I. S. 192 f.

peratur zurückgebracht worden iſt, unterſuchen. Herr Schmidt hat bey ſeinen Verſuchen die Dichtigkeiten ſowohl vor als nach der Miſchung, bey einer Wärme von 15° de Lüc, mittelſt des Aräometers gefunden, und unter dieſer Temperatur auch die Flüſſigkeiten gemiſcht. Denn um die Aenderungen der Dichtigkeiten beſſer unter einander vergleichen zu können, hat er dieſe in 1000 Theile der beobachteten Dichtigkeiten der Miſchungen ausgedruckt, welche er die reducirten Aenderungen der Dichtigkeiten nennt. Aus den reducirten Aenderungen der Dichtigkeit verglichen mit den Aenderungen der Temperatur bey den Miſchungen von Branntwein und Waſſer erhellte, daß ſie zwar gemeinſchaftlich wachſen und abnehmen, auch beyde dann am größten ſind, wenn die Miſchung aus gleichen Theilen beſteht; allein ſie ſind keinesweges in einerley Verhältniß mit einander, ſondern die Aenderungen der Dichtigkeiten nehmen vor dieſem Maximum immer langſamer zu, nach demſelben ſchneller ab. Mit den Aenderungen der Wärme verhält es ſich gerade umgekehrt. Woher kommt es nun, fragt Herr Schmidt, daß mehr Branntwein mit wenigerm Waſſer gemiſcht, bey einer größern Aenderung der Dichtigkeit eine geringere Wärme, und mehr Waſſer mit wenigerm Branntwein bey einer kleinern Aenderung der Dichtigkeit eine größere Wärme erzeugen? Läßt ſich dieſes befriedigend aus der Lehre von den Capacitäten erklären? Das Waſſer, werde man vielleicht antworten, habe nach Crawford'ſchen und andern Verſuchen eine größere Capacität für Wärme, als Branntwein. Wenn man beyde vermiſche, ſo werde jene Capacität vermindert, und dadurch empfindbare Wärme erzeugt. Da es alſo das Waſſer ſey, welches bey dieſer Miſchung die zur Erhöhung der Temperatur nöthige Wärme hergebe: ſo erkläre ſich hieraus, daß dieſe Er-

höhung der Temperatur da, wo mehr Waſſer und weniger Weingeiſt gemiſcht werden, beträchtlicher als in dem umgekehrten Falle ſeyn könnte. Dieß zugegeben, frägt Herr Schmidt ferner, wie kommt es, daß bey Miſchungen von Vitriolöl und Waſſer eine ſo ſehr viel ſtärkere Hitze ſtatt findet, wenn man 3 Theile Vitriolöl und 1 Theil Waſſer nimmt, als bey der Miſchung im umgekehrten Verhältniſſe? Nach der Lehre von den Capacitäten ſey bey dieſen Miſchungen das Waſſer ebenfalls der Körper, welcher die empfindbare Wärme durch Veränderung der Capacität hervorbringe. Man wäre alſo nach der obigen Art zu ſchließen berechtigt, gerade das Gegentheil von dem zu erwarten, was wirklich erfolge. Richtiger erklärt Hr. Schmidt dieſe Erſcheinung auf folgende Art: Aenderungen in der Dichtigkeit, und erzeugte Wärme bey Miſchungen ſind beydes Folgen einer chemiſchen Wirkung der gemiſchten Körper auf einander. Daß die Temperaturerhöhungen bey Miſchungen derſelben Körper unter verſchiedenen Verhältniſſen nicht immer mit den Veränderungen der Dichtigkeit genau proportional ſind, könnte bloß daher rühren, weil der Grad der Wärme, den das Thermometer angibt, nicht allein von der Menge der wirklich erzeugten Wärme, ſondern auch von der Capacität des gemiſchten Körpers, deſſen Temperatur erhöhet werden ſoll (im umgekehrten Verhältniſſe nämlich) abhängt. Hieraus erläutert ſich wenigſtens, warum bey Miſchungen von Waſſer und Weingeiſt, von Säuren und Waſſer, eine gegen die Aenderung der Dichtigkeit verhältnißmäßig höhere Temperatur entſteht, wenn man weniger Waſſer und mehr Säure oder Weingeiſt nimmt, als wenn man das Verhältniß in den Theilen umkehrt; denn im erſten Falle beſitzt die Miſchung eine geringere, in dem andern

andern eine höhere Capacität; ſie wird folglich durch eine gleiche Menge freyer Wärme in jenem eine höhere, in dieſem eine niedrigere Temperatur erhalten.

Die Miſchungen von concentrirter Salpeterſäure und Waſſer machen von dieſem Geſetz eine Ausnahme; hier ſind die Aenderungen in der Temperatur und Dichtigkeit genau proportional. Bey den Miſchungen von Salzſäure und Waſſer trifft das Geſetz wieder ein. In beyden Miſchungen entſteht eine höhere Temperatur und ſtärkere Aenderung der Dichtigkeit, wenn in das Verhältniß der Miſchung mehr Waſſer und weniger Säure kömmt. Es ſey daher zu vermuthen, daß dieſes bey den Miſchungen von allen concentrirten Säuren mit Waſſer ſtatt finden werde. Ob die durch Miſchungen hervorgebrachte Wärme vorher ihrer ſpecifiſchen Eigenſchaften ganz oder zum Theil beraubt, d. i. ob ſie durch chemiſche Verwandtſchaft als Beſtandtheil aus den gemiſchten Körpern ausgeſchieden wurde, oder nur eine Vermehrung ihrer ſpecifiſchen Dehnkraft erhielt? das entſchieden zwar ſeine Verſuche nicht unmittelbar, aber ſie rechtfertigen ſeiner Meynung nach folgende Schlüſſe:

Wenn die erhöhete Temperatur bloß Folge der durch die Miſchung veränderten Stellung der Theilchen und ihrer Anziehungskraft gegen die in den Zwiſchenräumen enthaltene freye Wärme wäre: ſo müßten die Temperaturerhöhungen bey Miſchungen unterſchiedener Körper mit demſelben dritten, durch deſſen veränderte Capacität die Wärme entſtehen ſoll, genau in dem geraden Verhältniſſe der Verdichtung und dem umgekehrten der ſpecifiſchen Wärme der Miſchung ſeyn. Wäre dieß vermöge der Erfahrung bey ſolchen Miſchungen nicht der Fall, ſo würde man rückwärts

daraus die Folge ziehen können, daß die Veränderung der Capacität nicht hinreichend ſey, die erzeugte Wärme zu erklären, ſondern daß ein Theil derſelben, welcher nicht als freye Wärme in den gemiſchten Körpern enthalten war, durch chemiſche Verwandtſchaft ausgeſchieden worden ſey. Nachdem nun Herr Schmidt in drey verſchiedenen Fällen die Miſchungen von Waſſer und Branntwein, und Waſſer und Vitriolöl in verſchiedenen Verhältniſſen geprüft hatte: ſo ſchloß er, das in keinem dieſer Fälle die veränderte Capacität hinreichend ſey, die in den Miſchungen von Vitriolſäure uud Waſſer entſtandene Wärme zu erklären. Woher kommt nun, fragt er, die gegen andere Miſchungen ſo verhältnißmäßig ſtarke Erhitzung der concentrirten Vitriolſäure mit Waſſer? Iſt es nicht wahrſcheinlich, ſie einer in der Säure chemiſch gebundenen und durch das Waſſer frey gewordenen Wärme zuzuſchreiben? Da die Miſchungen anderer concentrirten Säuren mit Waſſer in Vergleichung der Aenderung ihrer Dichtigkeit ebenfalls ſehr ſtarke Temperaturerhöhungen hervorbringen: habe man weniger Grund, einen Theil derſelben der aus den Säuren chemiſch entbundenen Wärme zuzuſchreiben? Wenigſtens erklärten ſich unter dieſer Vorausſetzung die eben bemerkten Phänomene viel befriedigender, als aus der Lehre von den Capacitäten allein. Man ſähe nämlich, daß die Erhitzung der gemiſchten Flüſſigkeit nicht bloß von der Verdichtung und ihrer verminderten ſpecifiſchen Wärme, ſondern auch von der aus dem einen oder dem andern der gemiſchten Körper, oder aus beyden zugleich, chemiſch entbundenen Wärme abhange.

Drey Theile einer concentrirten Säure mit Einem Theile Waſſer gemiſcht erhitzen ſich deßwegen ſo viel

viel ſtärker, als wenn die Miſchung aus gleichen Theilen beſteht, oder noch mehr Waſſer enthält, weil die aus der Säure durch Wahlanziehung frey werdende Wärme deſto größer ſey, je concentrirter die Säure war, und ein geringer Antheil Waſſer ſchon hinreiche, dieſe Wärme zu entbinden.

Weingeiſt und ätheriſche Oele erhitzten ſich mit den concentrirten Säuren ungleich mehr als Waſſer, ungeachtet ſie nach der Lehre von den Capacitäten weniger Wärme enthielten; ſie wirkten aber chemiſch ſtärker auf die Säuren, und die Säuren auf ſie. Die Temperaturerhöhungen der Miſchungen von Branntwein und Waſſer ſchienen zwar größtentheils Folgen der veränderten Capacität zu ſeyn, doch werde man die chemiſche Wirkung beyder Flüſſigkeiten auf einander nicht ganz läugnen können. Selbſt die Veränderung der Farbe des Weingeiſts, welche nicht ſowohl mit den Aenderungen der Dichtigkeiten, als mit den Aenderungen der Temperatur ab- und zunehme, ſcheine dieſes zu beweiſen. Er frägt nämlich, wird nicht eben ſo, wie aus dem Waſſer Wärme, aus dem Weingeiſt ein entzündlicher Stoff ausgeſchieden, der die Farbe verurſacht, und wodurch beyde Flüſſigkeiten erſt zu ihrer Vereinigung geſchickt werden?

Nachdem nun Herr Schmidt dieſe Verſuche angeſtellt hatte, wünſchte er auch die Geſetze der Aenderungen der Dichtigkeiten ſolcher Miſchungen zu unterſuchen, wo die Summe der freyen Wärme vermindert werde. Da ihm aber keine Flüſſigkeiten bekannt waren, welche bey ihrer Vermiſchung einen beträchtlichen Grad von Kälte erzeugten, ſo wählte er dazu die Auflöſung concreter Salze in Waſſer. Die Auflöſung des Salpeters, und nach dieſem des Salmiaks, erzeug-

te

te die gröſste Kälte. Am wenigſten wurde das Waſſer durch die Auflöſung des Kochſalzes erkaltet, wobey auch der Grad der Kälte nicht mit der Menge des aufgelöſsten Salzes, wie bey den übrigen Auflöſungen, zunahm. Nach der Lehre von den Capacitäten ſchreibt man die bey dieſen Verſuchen entſtehende Kälte der durch die Auflöſung vermehrten ſpecifiſchen Wärme der Salze zu. Wenn man aber auf alle bey den Auflöſungen ſich ereignenden Umſtände aufmerkſam ſey, ſo werde man bey dieſer Art zu erklären ſehr viele Lücken und Schwierigkeiten entdecken. Denn es ſey

1. zu vermuthen, daſs die Capacität des Waſſers durch die Auflöſung des Salzes eben ſo vermindert, wie die Capacität des Salzes vermehrt werde, und es frage ſich alſo, welches von beyden den gröſsten Einfluſs auf die Temperatur habe? Dieſe Vermuthung werde ſehr durch die vermehrte Dichtigkeit beſtätigt, welche bey den Auflöſungen der meiſten Salze ſtatt finde, und die daher rühre, daſs ſich Salztheilchen in die Zwiſchenräume des Waſſers begeben.

2. Wenn der Einfluſs der verminderten Capacität des Waſſers auf die Aenderung der Temperatur mehr betragen könne, als der Einfluſs der vermehrten Capacität des Salzes; ſo ſey wahrſcheinlich die Urſache der Erkältung in der zum Schmelzen des Salzes nöthigen Wärme zu ſuchen, welche, indem ſie dieſe Formänderung bewirke, ihrer übrigen Eigenſchaften beraubt werde. Für dieſe Vermehrung ſprächen folgende Bemerkungen: Die bey Salzauflöſungen bewirkte Kälte ſey deſto gröſser, je ſchneller das Salz ſchmelze, und höre auf, ſobald alles geſchmolzen ſey. Miſchte man eine ſehr geſättigte Salzſolution mit reinem Waſſer, oder zwey Salzſolutionen von ungleicher

Stärke

Stärke mit einander, ſo entſtehe eine faſt unmerkliche Temperaturerniedrigung, obgleich die Aenderung in der Capacität hier ebenfalls beträchtlich ſeyn könne.

3. Wenn die Urſache der Erkältung nach 2. in der durch das Flüſſigwerden des Salzes gebundenen Wärme liege, ſo könnten die Aenderungen in der Capacität die Erkältungen bey einigen Salzauflöſungen vermehren, bey andern vermindern, und hieraus werde begreiflich, warum bey manchen Auflöſungen, z. B. des Kochſalzes, die entſtandene Kälte mit der Menge des aufgelößten Salzes wenig oder gar nicht zunehme. Dieſe Betrachtungen, verbunden mit dem, was er oben bey Miſchungen flüſſiger Körper bemerkt hatte, machten es ihm ſehr wahrſcheinlich, daß die bey den Auflöſungen der Salze in Waſſer erzeugte Kälte wenigſtens nicht allein aus den Veränderungen der Capacität erklärt werden könnte. Um dieſe Vermuthung durch direkte Erfahrungen ſo viel als möglich zu beſtätigen, ſuchte er durch Rechnung die Menge der durch Aenderung der Capacität frey werdenden und verſchluckten Wärme. Bey den Auflöſungen des Kochſalzes, Salpeters und Salmiaks in Waſſer übertraf die durch Verminderung der Capacität des Waſſers entſtandene Wärme die durch Vermehrung der Capacität des Salzes verſchluckte, bey dem Kochſalze um das dreyfache, und demungeachtet entſtand auch bey dieſer Auflöſung eine, wiewohl geringe Kälte. Durch dieſe Verſuche hielt ſich nun Herr Schmidt berechtigt, anzunehmen, daß die bey Auflöſungen der Salze entſtandene Kälte von der die Flüſſigkeit der Salze bewirkenden und dadurch chemiſch gebundenen Wärme herrühre; und daß dieſe Urſache der Erkältung der durch die Auflöſung bewirkten Aenderung in den Capa-

Capacitäten oft mehr und weniger entgegenwirke, und ſie vielleicht nur in den wenigſten Fällen, vielleicht in keinem, begünſtige.

Herr de Lüc [e]) hat eine andere Theorie von der Wärme aufgeſtellt, welche ebenfalls große Anhänger gefunden hat. Dieſer ſetzt das Feuer unter die Claſſe der ſogenannten Dünſte, welche er von der Claſſe der luftförmigen Stoffe unterſcheidet. Alle Stoffe beyder Claſſen beſtehen aus einem fortleitenden Fluidum (fluidum deferens), und aus einem ſchweren Stoffe, welcher ſich von jenem Fluidum durch bloßen Druck los macht, bey den luftförmigen Stoffen aber weit inniger mit ihm vereinigt iſt. Bey den Dünſten macht ſich auch das fortleitende Fluidum auf ſeiner Seite von ſelbſt frey, um ein gewiſſes Gleichgewicht herzuſtellen, und es gibt dem ſchweren Stoffe mehr ausdehnende Kraft, wenn es in mehrerem Ueberfluſſe zugegen iſt. Beym Feuer hält nun de Lüc das Licht für das fortleitende Fluidum, und belegt den bloß ſchweren Stoff mit dem Namen Feuermaterie; dieſe, ſagt er, von dem Lichte abgeſondert und allein exiſtirend, ſey ihm gänzlich unbekannt. Dieß ſey aber der Fall mit mehreren andern angenommenen Stoffen, ſo daß daher keine Einwürfe gegen ihr Daſeyn herzunehmen ſeyen, wenn die Erſcheinungen ſie bezeugten. Das Licht verliert durch ſeine Verbindung mit der Feuermaterie ſein Vermögen zu leuchten, erzeugt aber dagegen ein neues ſehr auszeichnendes Phänomen, die Wärme. Das Feuer beſitzt eine größte Dichtigkeit, über welche hinaus ſich ein Theil davon zerſetzt, und daher wiedrr leuchtend wird. Dieſes Größte iſt das Glühen,

e) Neue Ideen über die Meteorologie. §. 115. f.

Glühen, und alsdann nur bringt das Feuer phosphoriſche Phänomene hervor. Wenn das Glühen aufs höchſte geſtiegen iſt, d. h. wenn die Zerſetzung des Feuers ſich auf alle Claſſen der Lichttheilchen erſtreckt, und ſo das Glühen zum Weißglühen kommt, ſo iſt das Feuer auf der höchſten Stufe. Durch dieß Größte wird der Grad der Hitze, den wir durch die Kunſt hervorbringen können, die Ofenwärme, eingeſchränkt, deren vorzügliche Wirkungen die Ausdehnung, Schmelzung und Verdampfung der Subſtanzen ſind.

Unter Wärme verſteht de Lüc die Wirkung des freyen Feuers in andern Subſtanzen, oder den wirklichen Grad der ausdehnenden Kraft des Feuers. Mit dieſer wirklichen ausdehnenden Kraft des Feuers iſt die Wärme der Subſtanzen im Verhältniſſe, nicht aber mit ſeiner Dichtigkeit, d. h. mit ſeiner Menge in demſelben Raume. Denn dieſelben verhältnißmäßigen Mengen des Feuers äußern nicht einerley Grad der ausdehnenden Kraft auf alle Subſtanzen, und bringen alſo nicht bey ihnen denſelben Grad von Wärme hervor. Hierin, ſagt er, beſtehe eigentlich das vor kurzem entdeckte Phänomen, welches man die verſchiedenen Capacitäten für die Wärme genannt habe. Heerbey ſucht nun Herr de Lüc aus dem atomiſtiſchen Naturſyſtem des Herrn le Sage, welches ſich, wie bekannt, bloß auf Stoß und Bewegung gründet, den Satz herzuleiten, daß die ausdehnende Kraft, welche den Grad der Wärme beſtimmt, von zwey verſchiedenen Umſtänden abhange, nämlich ſeiner Menge und ſeiner Geſchwindigkeit der Bewegung, und daß diejenigen Subſtanzen die meiſte Capacität für das Feuer oder für die Wärme haben, oder, um gleich heiß zu werden, die größte Menge Feuer verlangen, in welchen

chen die Feuertheilchen bey ihrer Bewegung durch die Kleinheit oder Form ihrer Poren am öfterſten in ihrer Bewegung aufgehalten werden. Da nämlich jedes Theilchen hier weniger Kraft hat, ſo iſt eine größere Menge nöthig, damit ſie hier dieſelbe totale ausdehnende Kraft äußere, oder denſelben Grad der Wärme hervorbringe. Da nun die Luft vom Feuer ſehr frey durchdrungen werden kann, ſo ſoll ſie eine ſehr geringe Capacität für das Feuer haben, ob ihr gleich Crawford eine ſehr große beylege, welche nämlich 19 mal größer als die Capacität des Waſſers ſey. Dieſe Angabe, meynt de Lüc, ſey auf ganz unrichtigen Vorſtellungen der Capacität gegründet; bey den Verſuchen müſſe man nicht gleiche Gewichte, ſondern gleiche Volumina vergleichen. So finde man aus denſelben Verſuchen die Capacität der Luft ohngefähr um $\frac{1}{43}$ von der Capacität des Waſſers, und dieß ſey viel zu wenig, um aus den Veränderungen, welche in einer ſo geringen Capacität vorgehen könnten, mit Crawford die große bey der Verbrennung entſtehende Wärme zu erklären.

Das Feuer beſitzt eigene Verwandtſchaften, und geht dadurch in die Zuſammenſetzung der meiſten Subſtanzen der drey Claſſen: der feſten, der flüſſigen und der elaſtiſch-flüſſigen ein. Es tritt weſentlich in die Zuſammenſetzung aller brennbaren feſten Körper, und von ihm rührt die Wärme her, welche durch das Verbrennen hervorgebracht wird. Dieß zeigen die Verſuche der Herren Lavoiſier und la Place über die Verbrennung der Kohle und des Phosphors. Bey der Verbrennung des Phosphors wird nämlich die dephlogiſtiſirte Luft gänzlich zerſtört, bey der der Kohle aber durch die fixe Luft erſetzt.

Auch

Auch wird dadurch bey der erſtern das Feuer frey, kömmt zu dem, was der brennende Körper hergibt, hinzu, und die Wärme wird daher in dieſem Falle weit ſtärker, als in dem andern, wo die dephlogiſtiſirte Luft ſich nicht zerſetzte. Nach den Verſuchen der Herren Lavoiſier und la Place iſt bey einer gleichen Menge dephlogiſtiſirter Luft das Verhältniß der Wärme bey der Verbrennung des Phosphors zu der bey der Kohle, wie 7 zu 3.

Wenn ſich die dephlogiſtiſirte Luft durchs Verbrennen zerſtört, ſo bringt der Körper zuerſt brennbare Luft hervor. Wenn hingegen die dephlogiſtiſirte Luft nicht zerſtört wird, ſo verbindet ſich nun dasjenige, was ſonſt in die Zuſammenſetzung der brennbaren Luft kömmt, und was Phlogiſton heißt, mit der Luft, und wird dadurch zur fixen Luft. Die Entſtehung der entzündbaren Luft in einem brennbaren Körper iſt nicht hinreichend, das Verbrennen hervorzubringen; es iſt noch nöthig, daß dieſe Luft, indem ſie mit der dephlogiſtiſirten in Berührung kommt, einen größern Grad der Wärme beſitze, welchen Herr de Lüc nach einem Verſuche über die freywillige Entzündung des Baumöls auf den 275ſten Grad ſeiner Skale, oder ungefähr auf 650 Grad Fahrenh. ſetzt. Wenn dieſer Grad von Wärme, den er die brennende Wärme nennt, vorhanden iſt, ſo iſt die Erzeugung des Feuers ſehr heftig. Herr de Lüc vermuthet, daß dieſe oder auch eine noch größere Wärme, welche in dem brennenden Körper unterhalten wird, eine von den kräftigſten Urſachen zur Erzeugung neuer Wärme ſey, weil hier eine Zerſtörung der dephlogiſtiſirten Luft, ſtatt ihrer bloßen Verwandlung in fixe, entſtehe. Hierdurch wird nun auch eine fortgeſetzte Hervorbringung

einer brennbaren Luft, begleitet mit dem nöthigen Grade der Wärme, veranlaßt, welche ſich mit der berührten dephlogiſtiſirten Luft entzündet und zerſetzt. Durch dieſe Zerſetzung verwandeln ſich beyde Luftarten in einen mit freyem Feuer überladenen Waſſerdunſt. Dieſer Dunſt bildet die Flamme; die große Hitze, die ſich erzeugt, rührt von einer großen Menge von plötzlich befreyetem Feuer, und ihre Helligkeit von der Zerſetzung eines Theils dieſes Feuers her. Nachdem der Dunſt ſein Feuer an derjenigen Stelle, welche die Flamme anzeigt, fahren gelaſſen hat, ſo vermiſcht er ſich mit der obern Luft, und erhebt ſich ſchnell mit ihr; die untere Luft folgt alſo nach, und erneuert unaufhörlich dieſelben Wirkungen. Herr de Lüc erläutert dieß durch das Beyſpiel der Argandiſchen Lampe, bey welcher im Innerſten des hohlen Dochts beſtändig eine große Hitze unterhalten wird. Herr Argand brachte über die Flamme ſeiner Lampe einen Helm mit einem langen Schnabel an, und ſammelte durch dieſe Vorrichtung binnen zwey Stunden eine halbe Unze völlig reines Waſſer. Dieß iſt ein offenbarer Beweis, daß ſich die im Innern des Dochts erzeugte brennbare Luft mit der dephlogiſtiſirten wirklich zerſetze, und einen Waſſerdunſt bilde.

Auch die Flüſſigkeit entſteht bloß durch die Wirkung des Feuers, welches ſich in einer gewiſſen Menge mit den Theilen des Körpers verbindet. Wenn ein feſter Körper durch das Feuer flüſſig wird, wie z. B. bey der Schmelzung des Eiſes, ſo kann das Feuer hierbey keine Vermehrung der Wärme hervorbringen, ſondern ſeine einzige Wirkung beſteht in der Verwandlung des feſten Körpers (des Eiſes) in einen flüſſigen (Waſſer). Die Wärme, welche hierbey zum Flüſſigwerden

werden verwendet wird, und folglich für das Thermometer verloren geht, hat Black die verborgene Wärme des Waſſers genannt; de Lüc will ſie aber lieber verborgenes Feuer nennen. Nach Herrn Lichtenbergs Aeußerung in einem Briefe vom 10ten März 1785. an Herrn de Lüc mag wohl die Menge dieſer verborgenen Wärme bey heißem Waſſer immer größer werden, weil eine gleiche Menge heißes Waſſer weit mehr Tropfen gibt, mithin flüſſiger wird, als kaltes. Es iſt alſo wohl nicht zu bezweifeln, daß diejenige Wärme, welche gebraucht wird, das vorhin ſchon Flüſſige noch flüſſiger zu machen, eine verborgene werde, oder für das Thermometer verloren gehe. Beym Gefrieren des Waſſers zeigt ſich hingegen gerade das Gegentheil, indem das verborgene Feuer wieder wirkſam wird. Eine kleine Menge Waſſer kann aber weit unter dem Gefrierpunkte erkalten, ohne zu gefrieren. Gefriert es aber alsdann durch Berührung, Schütteln u. dergl., ſo kommt es augenblicklich auf die Temperatur des Gefrierpunkts zurück, und wird folglich wärmer. Dieſe Wärme iſt eine Wirkung des verborgenen Feuers, das die gefrierenden Theile abſetzen.

Nach Crawford's Vorſtellungen würden ſich dieſe Erſcheinungen daher erklären laſſen, daß das Waſſer mehr ſpeciſiſche Wärme als das Eis beſitzt, daß folglich bey der Verwandlung des Eiſes in Waſſer, und bey allen Schmelzungen überhaupt, Wärme verloren gehen muß. Allein Herr de Lüc beſtreitet die Crawfordſchen Vorſtellungen von Capacität, d. h. von Fähigkeit, Feuer zu binden, oder von ſpeciſiſcher Wärme. Zuerſt bemerkt er, es ſey unſicher, die ſpeciſiſchen Capacitäten der Subſtanzen aus Verſuchen mit

einerley Subſtanz unter verſchiedenen Temperaturen abzuleiten, weil ſich ſehr wahrſcheinlich die ſpecifiſche Wärme der Körper mit ihrer Temperatur zugleich ändere. Hierauf ſetzt er hinzu, daß die Capacität, d. h. nach ihm die Menge von Feuer, welche in einer gewiſſen Subſtanz nöthig iſt, um einen beſtimmten Grad der Ausdehnung hervorzubringen, von der Beſchaffenheit der Poren der Körper abhange, und bey gleichen Graden der Ausdehnung dennoch verſchieden ſeyn könne; daher ſey es irrig, die abſoluten Mengen der ſpecifiſchen Wärme proportional anzunehmen. Ueberdieß ſetzten alle Crawfordſche Berechnungen, welche ſich auf Grade des Thermometers bezögen und deren Unterſchiede als abſolute Mengen der Wärme betrachteten, voraus, daß man die abſoluten Mengen der Wärme in den Körpern kenne, welches gleichwohl der Fall nicht ſey; daher auch in dem Gange der Schlüſſe, woraus Crawford abſolute Wärme zu beſtimmen ſuche, ein irriger Zirkel ſey. Man ſey durch Braun's Verſuch über das Gefrieren des Queckſilbers verleitet worden, zu glauben, daß man die abſolute Wärme als noch ſehr groß bey den niedrigſten Temperaturen, die wir beobachten können, anſehen müſſe; allein die neuern Verſuche des Herrn Hutchin's gäben hiervon ganz andere Begriffe. Endlich fügt er noch hinzu, die ganze Vorſtellung von Capacität erkläre bloß einen Nebenumſtand, und laſſe die Hauptfrage, wie und wodurch das eigentliche Schmelzen u. ſ. f. bewirkt werde, ganz unbeantwortet.

Nach Herrn de Lüc erfolgt das Zerſchmelzen der feſten Körper vielmehr aus einer chemiſchen Verbindung des Feuers mit ihren Theilen; die Verminderung der Wärme aber rührt daher, wel das Feuer, welches

welches mit den Körpertheilen chemiſch gebunden wird, hierdurch ſelbſt aufhört, zur Wärme beyzutragen. Dieß geſchieht wenigſtens in allen Fällen, wo das Schmelzen unmittelbar durch die Wärme allein bewirkt wird. In andern Fällen hingegen, wo mehrere chemiſche Operationen mit im Spiele ſind, wie z. B. bey der Miſchung von Eis mit Kochſalz, ſcheint weniger Feuer verloren zu gehen. Die Urſache davon liegt darin, weil das Kochſalz durch ſeine Auflöſung und Zerſetzung das in ihm enthaltene Feuer mit hergibt.

Ueberhaupt behauptet Herr de Lüc, daß die meiſten Körper verborgenes Feuer enthalten, und daß beſonders in den luftförmigen Stoffen das Feuer das fortleitende Fluidum ausmacht. Er bemüht ſich, ſehr umſtändlich zu zeigen, daß der Grad der fühlbaren Wärme mehr von der Erzeugung und Zerſetzung der luftförmigen flüſſigen Stoffe, als von der Capacität der Körper abhange, und daß beſonders die reine und brennbare Luft ſehr viel Feuer enthalte. Uebrigens leitet er die Unterſchiede der Luftarten von den verſchiedenen Verwandtſchaften ihrer Beſtandtheile mit dem Feuer her.

Herr de Lüc[f]) hat dieſe ſeine Theorie noch weiter zu beſtätigen, und zugleich den Satz, daß die Sonnenſtrahlen an ſich nicht warm ſind, aus einer Erfahrung des Herrn de Sauſſüre zu befeſtigen geſucht. Es war nämlich ſchon längſt bekannt, daß in durch Glasflächen eingeſchloſſenen Lufträumen vermittelſt der Sonnenwärme die einmal frey gewordene Wärme ſtark

f) Sechſter Brief an de la Metherie in Grens Journal der Phyſik. B. IV. S. 233. f.

ſtark angehäuſt werden könne. Daß man aber die Anhäuſung der Wärme auf einen ſo hohen Grad bringen kann, als jeßt bekannt iſt, hat man nicht vermuthet. Zuerſt gelang es dem Herrn de Sauſſure, in einem Kaſten, worin das Sonnenlicht durch drey mit einander parallel geſtellte ebene Gläſer fiel, Waſſer zum Sieden zu bringen, ja ſogar die Hiße noch $17\frac{1}{4}$ Fahrenh. Grade über den Siedpunkt zu treiben. Dieß war im Jahre 1783. durch Briefe bekannt geworden, als Herr Dûcarla [g]) in Paris die Beſchreibung einer eigenen hierzu beſtimmten Vorrichtung unter dem Nahmen des Feuerſammlers (collecteur du feu) herausgab, und mit einer eigenen Theorie begleitete.

Des Herrn de Sauſſûre [h]) Einrichtung beſtand aus einem hölzernen Kaſten, der innerlich mit doppelten Korkwänden, die ſchwarz gemacht worden waren und die Dicke Eines Zolls hatten, gefüttert war. Dieſen Kaſten verſchloß er mit drey Scheiben, die ſo über einander angebracht waren, daß zwiſchen denſelben ein Raum von $1\frac{1}{2}$ Zoll übrig blieb. Dieſen kleinen Kaſten, in welchen er ein Thermometer geſtellt hatte, brachte er auf den Gipfel des Cramont, ſeßte ihn daſelbſt den Sonnenſtrahlen aus, und trug Sorge, daß ſie immer den Boden trafen; auch hatte er noch ein anderes Thermometer in einiger Entfernung davon, welches ihm die Temperatur der äußern Luft anzeigte. Hier fand er die concentrirte Wärme größer, als am Fuße dieſes Berges, ungeachtet hier die Temperatur der Luft + 19°, und oben auf dem Berge nur + 5° Reaum. war.

Aus

g) Journal de Paris 1784. Num. 81. u. Du feu complet. à Paris 1785. 8. imgl. Journal de France vom 1. May 1784.
h) Voyages dans les Alpes. Tom. II. §. 932.

Aus dieſem Verſuche nimmt nun Herr de Lüc einen Beweis her, daß die Sonnenſtrahlen an ſich nicht warm oder warmmachend ſind, ſondern nur die Wärmematerie aus den Körpern entwickeln. Wäre, ſagt er, das Käſtchen, anſtatt inwendig mit geſchwärztem Kork überzogen zu ſeyn, von Spiegelglas geweſen, ſo würden die reflektirten Strahlen nun wieder durch das Glas zurückgegangen ſeyn, und man würde wenig Wärme im Innern des Käſtchens gefunden haben. Das Fluidum alſo, welches unmittelbar Wärme hervorbringt, zeigt nicht mehr dieſelben Eigenſchaften, die die Sonnenſtrahlen zeigen. Wenn dieſe in das geſchwärzte Käſtchen kommen, ſo verändern ſie daſelbſt ihre Natur, und können nun nicht mehr frey durch das Glas gehen; ſie bleiben in dieſem Raume eingeſchloſſen, und es entſteht daſelbſt eine Wärme, welche ſie außer demſelben nicht hervorbringen konnten. Es entſteht durch ihre Verbindung mit einer andern Subſtanz ein neues Fluidum, das in dem Käſtchen zurückgehalten wird und das Thermometer ausdehnt, ſo wie es auch, nur langſamer, das Glas und die Wände des Käſtchens durchdringt. Nimmt man aber die Subſtanz hinweg, in welcher die Sonnenſtrahlen ſo combinirt werden können, und ſubſtituirt eine andere, die ſie in ihrem vorigen Zuſtande läßt, ſo gehen ſie unverändert zurück, und durchdringen das Glas ohne Widerſtand. Hieraus erhellet, daß das Licht, indem es warmmachend wird, ſich mit einer andern Subſtanz verbinden, und dadurch ſeiner vorigen unterſcheidenden Kraftäußerungen beraubt werden müſſe.

Des Herrn Dücarla Wärmeſammler beſteht aus einer beliebigen Anzahl gläſerner Glocken oder

Cylinder, welche ſich oben in Halbkugeln endigen, und durchſichtig, ſtrahlenbrechend und ſo dünn als möglich ſeyn müſſen. Die Halbmeſſer dieſer Glocken werden ſtufenweiſe immer um drey Linien größer, z. B. der Halbmeſſer der innerſten hat 36, der der zweyten 39, der der dritten 42 Linien u. ſ. f. Eben ſo nehmen auch die Höhen des cylindriſchen Theils dieſer Glocken zu, z. B. die Höhe der innerſten iſt 3, die der zweyten 6, die der dritten 9 Linien u. ſ. f.

Alle Glocken ſtehen auf einem hohlen, ſchwarzen und undurchſichtigen, gerade in der Mitte ſeiner Achſe abgekürzten geraden Kegel. Die kleine Grundfläche des Kegels iſt im Halbmeſſer um 3 Linien kleiner, als die Grundfläche der kleinſten Glocke. Die größere Grundfläche hat 3 Linien mehr, als die der größten Glocke. Außer dieſen weſentlichen Theilen hat Dücarla die Vorrichtung mit einigen zufälligen verſehen, z. B. mit Kappen, Deckeln, einer maſſiven ſchwarzen Halbkugel, welche auf die kleinere Grundfläche des abgekürzten Kegels zu liegen kommt, und einem Büffonſchen Planſpiegelſyſtem. Von Norden nach Süden zu läßt er eine kleine Gallerie durch alle Glocken hindurch gehen, welche bis an die maſſive Halbkugel reicht, und ſo viel Oeffnungen beſitzt, als ſie faſſen kann. In dieſe Gallerie werden diejenigen Dinge gebracht, welche man durch den Apparat ſchmelzen, calciniren und ſublimiren will.

Nach Herrn Dücarla's Behauptung iſt dieſer Apparat im Stande, wenn er dem Sonnenlichte an einem ſchönen Frühlingstage ausgeſetzt wird, einen Keſſel voll Eiſen, von mehr als 1 Toiſe im Durchmeſſer, in Fluß zu bringen. Durch dieſe Vorrichtung wird aber nicht allein diejenige Wärme geſammelt,

welche

welche durch das Sonnenlicht erwärmt wird, ſondern auch diejenige, welche durch die ſtrahlende Hitze brennender Subſtanzen hervorgebracht wird. So läßt ſie ſich bey chemiſchen Oefen und Manufakturen, welche große Feuerung verlangen, mit großer Erſparniß der brennbaren Materialien gebrauchen. Bey der gewöhnlichen Art, das Ofenfeuer anzubringen, geht von der ganzen phyſiſchen Wirkung deſſelben außerordentlich viel verloren, ohne die Materien, welche man dem Feuer ausſetzen will, wirklich anzugreifen. Man muß alſo dieſen Verluſt ſo viel möglich einzuſchränken ſuchen, indem man den Ofen iſolirt, d. h. indem man ihn ſowohl von der Atmoſphäre als von der Erde durch angebrachte dünne Hüllen abſondert, welche abwechſelnd aus einer ſehr dichten und dünnen Materie beſtehen. Dieſe Hüllen können auch aus undurchſichtigen Materien beſtehen, wenn man bloß die Abſicht hat, die ſtrahlende Hitze zuſammenzuhalten; nur muß man ihnen Oeffnungen geben, um den zur Feuerung nöthigen Luftzug zu unterhalten.

Die Theorie dieſes Wärmeſammlers leitet Dücarla aus dieſem einzigen Satze ab, daß ſich die Wärme der Flächen, an welchen ſich zwey verſchiedene Mittel berühren, im Verhältniſſe der Dichtigkeit dieſer Mittel mittheile. Weil nun das Glas etwa 2000 mal mehr Dichtigkeit beſitzt, als die Luft, ſo kann man annehmen, daß bey gleicher Temperatur das Glas in demſelben Raume eine 2000 mal größere Wärmemenge, als die Luft, enthalte. Wenn daher Wärme von einer Fläche, wo ſich Glas und Luft berühren, mitgetheilt wird, ſo gibt jenes dieſer 2000 Grade, indem es nur einen Verluſt von 1 Grad erleidet; dagegen theilt die Luft dem Glaſe nur $\frac{1}{2000}$

Grad mit, wenn ſie 1 Grad verliert. Der beſchriebene Wärmeſammler nimmt nun eben ſo viel Wärme an, als ob er ganz aus Glas beſtünde, weil ſeine ganze Maſſe aus 2000 Theilen Glas und nur 1 Theil Luft beſteht. Dagegen erleidet er einen eben ſo kleinen Widerſtand, als ob er aus Luft beſtünde, weil er in Rückſicht der Räume zwiſchen den gläſernen Glocken wirklich aus Luft beſteht. Alſo wird die Mittheilung ſeiner Wärme an die äußere Luft 2000 mal geringer ſeyn, als wenn er ganz aus Glas zuſammengeſetzt wäre, oder welches daſſelbe iſt, die abwechſelnden Glasglocken und die Luft berühren ſich in 2000 mal wenigern Punkten, als wenn die ganze Vorrichtung durchaus aus maſſivem Glaſe beſtünde. Demnach hat die ganze Wärmemenge 2000 mal weniger Wege, ſich von der Mitte nach der Oberfläche fortzupflanzen.

Auch Herr Gren behauptete eine eigene Wärmematerie, und hielt ſie für eine von der Lichtmaterie weſentlich verſchiedene Materie [i]). Aus der ſehr oft ſtatt findenden Coexiſtenz des Lichts mit Wärmeſtoff, ſagt er, folge nicht ihre Identität; folge nicht, daß auch der Wärmeſtoff die alleinige Urſache des Leuchtens ſey. Der Wärmeſtoff afficire nur unſer Gemeingefühl, das Licht nur unſer Geſicht; beyde müßten alſo weſentlich verſchieden ſeyn, wie es auch ihre Erſcheinungen und Geſetze wären, die ſie befolgten. Wäre das Licht ſehr verdichteter Wärmeſtoff, ſo müßte nach einer ganz natürlichen Folge bey jedem Leuchten eine hohe Temperatur zugegen ſeyn, wogegen doch die Erfahrung ſpreche. Das Licht aber ſonſt für eine Modifikation des

i) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 800.

des Wärmeſtoffs zu erklären, ohne eine modificirende Urſache anzunehmen, hieße Wirkung ohne Urſache behaupten.

Unter dem Nahmen der unmerkbaren Wärmematerie verſteht Herr Gren diejenige Quantität des Wärmeſtoffs, welche bey ihrer Verbindung mit den Körpern auf die Aenderung und Erhaltung ihres Zuſtandes verwandt, und dadurch ihrer Strahlung, ſo wie ihrer Wirkung auf unſer Gefühl und aufs Thermometer beraubt wird. Dieſe unmerkbare Wärmematerie theilt er wiederum in adhärirende und chemiſch gebundene. Diejenige nämlich, welche auf Hervorbringung des flüſſigen und des dampfförmigen Zuſtandes verwandt wird, iſt mit der Subſtanz der Körper nur ſo ſchwach verbunden, daß ſie bloß durch mechaniſche Mittel, durch bloße Berührung kälterer Körper, davon getrennt werden kann. Dieſe nennt er daher adhärirende oder, mit Pictet, latente Wärmematerie. Diejenige hingegen, welche den permanent elaſtiſchen Zuſtand hervorbringt, und die Luftarten bildet, verbindet ſich mit ihrer Baſis ſo feſt, daß ſie davon nur allein durch chemiſche Verwandtſchaft, nicht aber durch bloß mechaniſche Zuſammendrückung oder durch niedrigere Temperatur getrennt werden kann. Dieſe iſt demnach chemiſch gebundene Wärmematerie.

Wenn es nun aber eine wirkliche Wärmematerie gibt, ſo konnte man ihr auch wohl die Eigenſchaft der Schwere beylegen. Indeſſen iſt doch geſtritten worden, ob der Wärmeſtoff ſchwer iſt, oder nicht. Neuere Verſuche von Fordyce[k]) ſchienen zu

k) Philoſoph. Tranſact. Vol. XXXV. 1785. P. II. n. 21. und Gothaiſch. Magazin. B. IV. St. 4. S. 49. f.

zu beſtätigen, daß der Beytritt der Wärmematerie das Gewicht der Körper vermindere, daß ſie mithin negativ ſchwer wäre. Dieſer fand nämlich nicht nur Gold bey ſtarker Erhitzung leichter, als ſonſt, ſondern er nahm auch an 1700 Gran Waſſer, die er in einem hermetiſch verſchloſſenen Gefäße, bey einer Temperatur von 32 Grad Fahrenh., zu Eis frieren ließ, bey der Gefrierung eine Gewichtszunahme von $\frac{1}{16}$ Gran wahr. Dieſen nämlichen Verſuch haben de Morveau und Chauſſier zu Dijon [l]) mit gleichem Erfolge wiederholt, auch 2 Pfund Vitriolöl gefroren um 3 Gran ſchwerer, als im flüſſigen Zuſtande, gefunden.

Dieſen Verſuchen zu Folge hatte Gren, welcher damals das phlogiſtiſche Syſtem kräftig zu vertheidigen ſuchte, und die Exiſtenz des Phlogiſtons retten wollte, angenommen, daß der Wärmeſtoff nicht allein ganz ohne Schwere, ſondern daß er ſogar abſolut leicht ſey, oder daß er von der Erde abwärts zu gehen ein Beſtreben habe, und eine Verminderung des Gewichts der Körper durch ſeinen Beytritt verurſache. In der Folge hat er zwar dieſe Idee von der negativen Schwere des Wärmeſtoffs aufgegeben, aber doch immer noch behauptet, daß der Beytritt des Wärmeſtoffs eine Verminderung des Gewichts der Körper verurſache, wenn er gebunden oder latent gemacht werde. Denn, ſagt er, wenn der Wärmeſtoff in den Körpern durch die Cohärenz mit ihren Theilen zum unmerkbaren, und ſo ſeine urſprüngliche Expanſivkraft ruhig gemacht wird, ſo hebt er auch dagegen die Schwerkraft der Theilchen, mit welchen er verbunden wird, auf,

l) Journal de phyſique. Oct. 1785.

auf, und bewirkt ſolchergeſtalt eine Abnahme des Gewichts des ganzen Körpers. Bey erhitzten Körpern ſey freylich die Abnahme ihres Gewichts zum Theil von der Zunahme ihres Volumens abzuleiten, wodurch nun ihr reſpektives Gewicht beym Wägen in der Luft kleiner werden müſſe. Indeſſen ſey bey mehreren Körpern dieſe Rarefaktion derſelben nicht groß genug, um daraus die Gewichtsabnahme allein erklären zu können. Es ſey lächerlich, ſie aus der Verdünnung der Luft umher ableiten zu wollen, da dieſe offenbar die Vermehrung des reſpektiven Gewichts hervorbringen müßte. Was es außer allem Zweifel ſetze, daß der Wärmeſtoff durch ſeine Verbindung mit dem ſchweren Stoffe das Gewicht deſſelben vermindern könne, ſey die Erfahrung, daß bey gleichem Volumen und gleicher Temperatur des Ganzen das Gewicht abnehme, wenn freyer Wärmeſtoff latent werde, und zunehme, wenn der latente Wärmeſtoff wieder abgeſchieden werde. Er beruft ſich hierbey auf die Verſuche, beſonders des Herrn Eimbke[m]). Dieſer wog nämlich glühende Glascylinder, welche er, um die Ausdehnung der umgebenden Luft zu verhüten, in eine mit Meſſingblech ausgefütterte Kapſel von Lindenholz einſchloß. Den ganzen Apparat kalt gewogen fand er allemal etwas ſchwerer, als wenn der Glascylinder darin glühend war. Bey einem Cylinder von $374\frac{13}{16}$ Gran und einer Kapſel von 3 Unzen $18\frac{1}{2}$ Gran betrug der Unterſchied $\frac{1}{4}$ Gran; bey einem Cylinder von 1 Unze 450 Gran mit der vorigen Kapſel war der Unterſchied $\frac{31}{32}$ Gran; bey einem Cylinder von 2 Unzen $37\frac{1}{2}$ Gran und abermals der vorigen Kapſel fand er den Unter-

m) Verſuche über den Wärmeſtoff, in Grens Journal der Phyſik. Bd. VII. S. 30. f.

Unterſchied $2\frac{5}{8}$ Gran. Ferner brachte er 1 Unze ungelöſchten Kalk und 1 Unze Waſſer in ein Medicinalglas, verſtopfte es ſorgfältig, und wog es, ehe ſich der Kalk löſchte. Hierauf brachte er durch Schütteln das Löſchen des Kalks zuwege, und bemerkte nach dem Erkalten eine Gewichtszunahme von $\frac{1}{16}$ Gran, und nach Verlauf eines halben Tags, da die Maſſe ganz hart geworden war, eine von $\frac{3}{16}$ Gran. Nach einem andern Verſuche bey 1 Unze Kalk und $1\frac{1}{2}$ Unze Waſſer fand ſich dieſelbe Gewichtszunahme, es ſtand aber noch $\frac{1}{2}$ Unze Waſſer uneingeſogen über dem Kalke. Um mit völlig reinem ausgeglühetem Kalke Verſuche anzuſtellen, wurden 2 Unzen Waſſer mit einer Scheibe von geſchmolzenem Schweinfette überzogen, 1 Unze reiner ätzender Kalk auf das Fett gebracht, und dieſes Alles gewogen. Nun ward die Fettſcheibe durchs Schütteln zerbrochen, worauf augenblicklich das Löſchen erfolgte. Nach Einer Stunde ergab ſich eine Gewichtszunahme von $\frac{1}{4}$ Gran, den andern Morgen von $\frac{3}{16}$ Gran. Der Verſuch ward wiederholt, und um manometriſchen Wirkungen der Luft auszuweichen, ein eben ſo großes leeres Glas als Gegengewicht gebraucht. Am andern Morgen fand ſich eine Gewichtszunahme von 0,43 Gran. Endlich übergoß Herr Eimbke eine Menge getrockneter Erbſen in einem Glaſe mit 2 Unzen Waſſer, verſchloß das Glas wie gewöhnlich, und wog es gegen ein zugekittetes leeres Glas. Nach 24 Stunden, da beynahe alles verſchwunden war, fand ſich eine Gewichtszunahme von 0,29 Gran. Nach Herrn Gren's Bemerkung hat dieſen Verſuch ſchon Friedrich Hoffmann angeſtellt, und die Zunahme des Gewichts wird hier dem Entweichen des Wärmeſtoffs, welcher vorher den Zuſtand des flüſſigen Waſſers bewirkte, zugeſchrieben.

Allein

Allein Herr Hindenburg [n]) hatte bereits die Vorſtellung von einer negativen Schwere des Wärmeſtoffs ſehr gründlich beſtritten, und gezeigt, daß ſo ſchwankende Verſuche gar nichts dafür beweiſen können. Indeſſen führt Herr Pictet [o]) über das Aufſteigen der Wärme einen merkwürdigen Verſuch an. Er erhitzte im luftleeren Raume die Mitte eines Meſſingſtabes durch ein Brennglas, und fand, daß allemal das obere Ende ſchneller und ſtärker erwärmt war, als das untere, welches Ende auch nach oben gekehrt ſeyn mochte. Pictet ſcheint daher ebenfalls geneigt, der Wärme ein Beſtreben abwärts, von der Erde zu entfliehen, beyzulegen. Auch Herr Achard [p]) hat einige Verſuche über das Aufwärtsſteigen der Wärme angeſtellt. Er ſtellte mehrere Thermometer über einander, und brachte zwiſchen ihnen heiße Kugeln oder verſchloſſene Gefäße mit warmem Waſſer; hier fand er beſtändig das obere Thermometer ſtärker erwärmt, als das untere. Hieraus ſchließt er mit Lambert, daß der Wärmeſtoff ſpecifiſch leichter, nicht aber, daß er abſolut leicht ſey. Herrn de Lüc's Gedanken über die Leichtigkeit des Feuers, welche er bey Gelegenheit des eben angeführten Pictetſchen Verſuchs angeführt hat [q]), ſind folgende. Zuerſt bemerkt er, daß man ſolche Phänomene eines unerwarteten Aufſteigens der Stoffe

n) Progr. quo oſtenditur, calorem et phlogiſton non eſſe materias abſolute leves. Lipſ. 1790. 4.

o) Pictets Verſuch über das Feuer. Aus dem Franz. Tübing. 1790. 8.

p) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. depuis l'avénement de *Fred. Guill.* II. au trône à 1788 et 1789. Berl. 1793.

q) Zehnter Brief an de la Metherie aus *Rozier* journal de phyſ. Nov. 1790. überſetzt in Grens Journal der Phyſik. B. V. S. 460. f.

Stoffe ohne bekannte Urſache nicht gleich für Anzeigen eines Emporſteigens annehmen müſſe, weil ſich dergleichen in mehreren Fällen zeigen, und aus beſondern Urſachen erklären laſſen. So habe er z. B. an einer ſilbernen vergoldeten Spiralfeder ſeiner Hygrometer ein ſolches unerwartetes Aufſteigen des Waſſers beobachtet, bey genauerer Unterſuchung aber die Urſache davon gar bald in der Adhäſion der Waſſertheilchen entdeckt. Er glaubt gewiß, daß ſich die Urſache des von Herrn Pictet beobachteten Phänomens ebenfalls werde entdecken laſſen; allein auch ohne dieſe Entdeckung hält er es für natürlicher, dabey eine eigenthümliche Urſache zu vermuthen, als eines einzigen Phänomens wegen, bey dem mehrere Urſachen zugleich ſtatt finden können, dem Feuer abſolute Leichtigkeit zuzuſchreiben. Da er die Sonnenwärme nicht als die unmittelbare Urſache der Wärme anſieht, ſo glaubt er, die Erde würde gar keine Wärme behalten können, wenn das von der Sonnenwärme erregte Feuer ſeiner Natur nach die Erde zu verlaſſen ſtrebte. Als expanſible Flüſſigkeit habe das Feuer ein Beſtreben, ſich nach allen Seiten auszubreiten; es ſey aber auch, wie alle andere atmoſphäriſche Flüſſigkeiten, gegen die Erde ſchwer, und folge daher bey ſeiner Verbreitung in der Atmoſphäre den allgemeinen Geſetzen elaſtiſcher Stoffe. Die einzige Subſtanz, welche unſere Erde verlaſſen könne, ſey das Licht, nicht als ob daſſelbe nicht ſchwer ſey, ſondern bloß wegen der Eigenſchaft ſeiner Theilchen, ſich in geraden Linien zu bewegen. Wenn die Theilchen der übrigen expanſibeln Flüſſigkeiten dieſelbe Eigenſchaft beſäßen, ſo würde unſere Erde gar keine Atmoſphäre haben. So aber änderten ſie ihre Richtung unaufhörlich, und da die Gravitation ſie retardire, ſo blieben ſie auf ſolche Art bey der Erde

zurück.

zurück. Uebrigens beruhen alle ſeine Erklärungen auf das atomiſtiſch = mechaniſche Syſtem des Herrn le Sage.

Herr Graf von Rumford [r]) hat über die ſtreitige Frage, ob der Wärmeſtoff wirklich abſolut leicht ſey, oder nicht? einige Unterſuchungen angeſtellt, und beſonders die von Fordyce angeführten Verſuche wiederholt. Er hatte hiezu eine vortreffliche Wage, welche dem verſtorbenen Churfürſten von Bayern zugehörte, und nahm aus einer Menge von ſehr dünn geblaſenen ſogenannten Florentiner Flaſchen zwey, welche in allen Stücken einander ſo gleich waren, daß man ſie ſchwer von einander unterſcheiden konnte.

In die eine Flaſche A goß er 4107,86 Gran Troygewicht reines deſtillirtes Waſſer, in die andere B ein gleiches Gewicht ſchwachen Weingeiſt. Nachdem er ſie hermetiſch verſchloſſen und vollkommen rein und trocken abgewiſcht hatte, hing er ſie an die Arme der Wage, und ſtellte dieſe in eine große Stube, deren Luft durch beſtändiges Heitzen ſchon mehrere Wochen lang ſo viel möglich immer in der Temperatur von 60° Fahrenh. war erhalten worden. Die Flaſchen blieben hier ruhig an der Wage hangen, bis ſie dieſelbe Temperatur angenommen haben konnten; dann wiſchte er ſie von neuem mit einem reinen und trockenen Kammertuche recht gut ab, und brachte ſie in das genaueſte Gleichgewicht.

Den

r) Philoſoph. Tranſact. for the year 1799. überſetzt in Graf Rumford's kleinen Schriften a. d. Franzöſiſch. B. IV. Abth. II. Weimar 1805. S. 553. f.

Den Apparat ließ er ſodann noch 12 Stunden in dieſer Stube ſtehen, und da ſich nicht die geringſte Aenderung zeigte, brachte er ihn in eine große unbewohnte Stube, die nach Norden lag, deren vollkommen ruhige Luft die Temperatur von 29° Fahrenheit hatte, und ließ hier die Flaſchen bey verſchloſſener Thüre ganz ungeſtört 48 Stunden an der Wage hängen. Nach dieſer Zeit fand er zu ſeinem Erſtaunen, daß die Flaſche A ein ſehr merkliches Uebergewicht hatte. Ihr Waſſer war zu einer feſten Maſſe gefroren: der Weingeiſt zeigte aber keine Spur von Froſt. Nachdem er das Gleichgewicht wieder hergeſtellt hatte, fand er, daß die Flaſche A um den $\frac{1}{36904}$ten Theil ihres anfänglichen Gewichts zugenommen hatte. Hierauf brachte er die beyden an der Wage hangenden Flaſchen wieder in die 60° warme Stube. Als das Eis der Flaſche A gänzlich aufgethauet war, und beyde Flaſchen die Temperatur der umgebenden Luft angenommen hatten, wiſchte er ſie wieder recht rein und trocken ab, und fand nun, daß ſie jetzt eben ſo viel wogen, als zu Anfange des Verſuchs. Durch Wiederholung dieſes Verſuchs ward er aber auf den Erfolg mißtrauiſch. Er entſchloß ſich daher, denſelben noch einmal auf eine verbeſſerte Art zu wiederholen. Vorausgeſetzt, wie es die Verſuche Fordyce's und ſeine obigen zu beweiſen ſchienen, daß die Flüſſigkeiten beym Gefrieren eine Gewichtsvermehrung erleiden; ſo ließ ſich die Urſache dieſer Erſcheinung in nichts anderm ſuchen, als in dem Verluſte der großen Quantität latenter Wärme, welche beym Gefrieren aus dem Waſſer entweicht. Daher müßte nothwendig die Vermehrung der latenten Wärme in allen Körpern und in allen Fällen ihr Gewicht vermindern. Um nun dieſes zu entſcheiden, ſtellte der Graf folgende Verſuche

an. Er nahm wieder zwey ſich völlig gleiche Flaſchen von der vorerwähnten Art, goß in die eine 4012,46 Gran Waſſer, in die andere ein gleiches Gewicht Queckſilber, verſiegelte ſie hermetiſch, hing ſie an beyde Arme der Wage, und ließ ſie die Temperatur ſeiner 61° warmen Stube annehmen. Dann brachte er ſie in das vollkommenſte Gleichgewicht, und verſetzte den Apparat in ein Zimmer von 34° Temperatur, wo er 24 Stunden lang ſtehen blieb. Keine der beyden Flaſchen zeigte die geringſte Vermehrung oder Abnahme ihres Gewichts. Hier war es ausgemacht, daß die Quantität Wärme, welche das Waſſer verlor, viel beträchtlicher war, als die aus dem Queckſilber entwichene, und doch veranlaßte dieſer Unterſchied des Wärmeverluſts nicht die geringſte Verſchiedenheit in den Gewichten dieſer beyden Flüſſigkeiten. Dadurch wurde er in dem Verdachte beſtärkt, daß die vorhin beobachtete ſcheinbare Gewichtsvermehrung des gefrornen Waſſers entweder daher rühre, daß an die Oberfläche der Flaſche A ſich eine größere Quantität Feuchtigkeit feſtgeſetzt hatte, als an die der Flaſche B; oder daß durch eine Verſchiedenheit in der Temperatur der beyden Flaſchen ein oder mehrere vertikale Ströme in der ſie umgebenden Luft hervorgebracht wurden.

Nun nahm der Graf drey Flaſchen A, B, C, die ſich völlig gleich waren; in die erſte A goß er 4214,28 Gran Waſſer, und brachte in ihr ein kleines Thermometer ſo an, daß die Kugel deſſelben in der Mitte des Waſſers ſchwebte; in die zweyte B wurde ein gleiches Gewicht Weingeiſt und ein eben ſolches Thermometer, und in die Flaſche C ein gleiches Gewicht Queckſilber gethan. Dieſe Flaſchen wurden zugeſchmolzen und in einen Winkel einer großen Stube von

 60°

60° Fahrenh. geſtellt, wo die Luft völlig ruhig war. Hier blieben ſie über 24 Stunden ruhig ſtehen. Da die in A und B eingeſchloſſenen Thermometer genau dieſelbe Temperatur zeigten, ſo wiſchte er nun die Flaſchen recht rein und trocken ab, und ließ ſie ſo noch einige Stunden länger ſtehen, damit die Luft der Stube die vielleicht durchs Abwiſchen in ihnen entſtandene Ungleichheit der Wärme oder der anſitzenden Feuchtigkeit wieder heben konnte. Die Flaſchen wurden nachher gewogen, ihr Gewicht unter einander genau gleich gemacht, indem man an den Hals der leichtern etwas feinen Silberdrath befeſtigte, und nun in die Stube von 30° Fahrenh. gebracht, wo ſie 48 Stunden ungeſtört ſtehen blieben. Die Flaſchen A und B hingen an den Armen der Wage, und die Flaſche C hing dicht bey der Wage in derſelben Höhe an einem Ständer, und neben ihr ein ſehr empfindliches Thermometer.

Nach Verlauf dieſer Zeit öffnete er ſehr behutſam die Thür, und fand zu ſeiner Freude, daß alle drey Thermometer, nämlich das in der Flaſche A, welches nun in Eis eingeſchloſſen war, das in der Flaſche B und das frey in der Stube hangende, auf demſelben Punkte, nämlich auf 29° Fahrenh., ſtanden, und daß die Flaſchen A und B im genaueſten Gleichgewichte waren. Zugleich unterſuchte er das Spiel der Wage, und fand bey einer leiſen Berührung, daß ſie ſich nicht allein mit der vollkommenſten Freyheit bewegen konnte, ſondern daß ſie auch nach erlangter Ruhe wieder völlig ins Gleichgewicht kam. Als er die Flaſche B von der Wage abnahm, und ſtatt ihrer die Flaſche C anhing, zeigte ſich auch bey dieſer daſſelbe Gewicht, das ſie zu Anfange des Verſuchs

hatte,

hatte, und ſie ſtand mit der Flaſche A im völligen Gleichgewichte.

Wog er hingegen die Flaſchen dann, wenn die in ihnen enthaltenen Flüſſigkeiten nicht genau einerley Temperatur beſaßen, ſo zeigte ſich oft eine Zu- und Abnahme ihres Gewichts. Dieſe Erſcheinung rührte alſo von der verſchiedenen Quantität Feuchtigkeit her, die ſich an ihre Oberfläche feſtgeſetzt hatte; oder von beyden Urſachen gemeinſchaftlich. Hieraus ſchließt nun der Graf ganz richtig, daß, wenn auch die Wärme ein von dem erhitzten Körper verſchiedener Stoff ſeyn ſollte, dieſer doch ſo fein und dünn wäre, daß ſein Einfluß auf das Gewicht nicht durch Verſuche zu entdecken ſey.

Unter noch mehreren andern Verſuchen, welche der Graf angeſtellt hatte, befanden ſich wenigſtens zwey oder drey, welche entſcheidende Reſultate zu geben ſchienen. Hiernach glaubt er annehmen zu dürfen, daß die meiſten Verſuche, aus derem Erfolge die meiſten Phyſiker ihre Meynung in Hinſicht auf die Ponderabilität der Wärme bildeten, ſo angeſtellt wurden, daß man den nämlichen Körper in verſchiedenen Temperaturen wog. Auf dieſe Art habe man ſolide Metallkugeln, z. B. Kanonenkugeln, häufig gewogen, erſt, wenn ſie kalt, und nachher, wenn ſie glühend waren, und aus dem ſcheinbaren Unterſchiede des Gewichts in dieſen beyden Fällen Schlüſſe in Rückſicht auf das Gewicht oder die Leichtigkeit der Wärme gezogen. Allein wären auch die zahlloſen Urſachen des Irrthums bey dieſen ſchwierigſten aller Verſuche weniger ſichtbar geweſen, als ſie wirklich ſind, ſo ſeyen auch die Reſultate derſelben, welche durch verſchiedene Perſonen unternommen worden, ſo verſchieden

und widerſprechend ausgefallen, daß man durchaus nichts auf ſie zu bauen im Stande ſey.

Wenn ein erhitzter Körper in der Luft an den Arm eines Wagebalkens aufgehängt werde, um ihn zu wägen, ſo verurſache, da er unaufhörlich der mit ihm in Berührung ſtehenden Flüſſigkeit Wärme abgebe, dieſe Mittheilung einen ſtarken aufſteigenden Luftſtrom über und zu den Seiten des Körpers, welcher dann nicht fehlen könne, Einfluß auf das Reſultat des Verſuchs zu äußern, und die daraus gezogenen Schlüſſe trüglich zu machen. Um dieſe Irrthümer zu vermeiden, ſtellte der Graf folgenden Verſuch an:

Der zu wägende heiße Körper, welcher eine kleine, metallene, bis zum Glühen erhitzte Kugel war, wurde in einer kleinen hemiſphäriſchen Porzellanſchale, welche einen dünnen, etwa 1 Zoll hohen Fuß oder Geſtelle hatte, auf die Wagſchaale gelegt. Dieſe Schaale von Porzellan wurde ſodann, wenn die heiße Kugel hineingebracht war, mit einer porzellanenen Kaffee-Obertaſſe bedeckt, welche, ohne die Kugel zu berühren, die erwärmte ſie umgebende Luft einſchloß. Dieſe Oberſchaale und die Unterſchaale wurden ſehr genau durch entgegenegſetzte Gewichte in der andern Wagſchaale abgewogen, ehe man die Kugel hineinthat.

Der nachfolgende Verſuch wurde zu München am 20ſten April 1785. angeſtellt; das Wetter war wolkig mit untermiſchtem Sonnenſchein, das Thermometer im Zimmer 52° Fahrenh. und das Barometer 26 Zoll 4 Linien Pariſ. Maaß.

Nach 12 Uhr wurde eine kleine Kugel von gegoſſenem Eiſen, nachdem ſie wohl gewaſchen und

mit

mit Sand abgeſcheuert worden, hierauf aber völlig getrocknet worden war, in einem reinlichen Porzellangefäße mitten in eine Miſchung von geſtoßenem Eis und Seeſalz geſtellt, bis ſie die Temperatur von 25° Fahrenheit erlangte, worauf ſie ſorgfältig gewogen wurde. Ihr Gewicht betrug $773\frac{15}{64}$ Gran Troygewicht.

Dieſelbe Kugel wurde um 1 Uhr 30 Minuten, nachdem ſie 30 Minuten lang in einem reinen trockenen Porzellangefäße in eine Sandkapelle in die Temperatur von 212° Fahrenh., oder die des kochenden Waſſers, gebracht worden war, wieder gewogen, als ſie noch heiß war, und hier fand ſich, daß ſie nicht mehr als $773\frac{5}{64}$ Gran Troygewicht wog.

Um 2 Uhr, nachdem die Kugel 15 Minuten in einem reinen heſſiſchen Schmelztiegel wohl bedeckt der Hitze eines ſtarken Holzkohlenfeuers ausgeſetzt und durchaus glühend geworden war, wog ſie $773\frac{13}{64}$ Gran.

Als die Kugel noch glühend war, wurde ſie wieder in den Tiegel gethan, und noch einmal dem Feuer ausgeſetzt, welches jetzt ſehr hell brannte. Um 2 Uhr 20 Minut. war ſie bis zum Weißglühen gekommen, und gab Zeichen von Schmelzung, da ſich kleine Blaſen auf ihrer Oberfläche erhoben. In dieſem Zuſtande wurde ſie aus dem Feuer genommen, und ſehr ſorgfältig 16 mal gewogen, wo ihr Gewicht folgendes war:

Abwägezeit		gefundenes Gewicht
Um 2 Uhr 20 Min.	-	$773\frac{35}{64}$
- 2 - 21 -	-	$773\frac{23}{64}$
- 2 - 23 -	-	$773\frac{13}{64}$

 Um

Abwägezeit				gefundenes Gewicht
Um 2 Uhr 26 Min.			-	$773\frac{61}{64}$
- 2	- 29	-	-	$773\frac{3}{64}$
- 2	- 32	-	-	$773\frac{15}{64}$
- 2	- 43	-	-	$773\frac{63}{64}$
- 2	- 46	-	-	$773\frac{7}{64}$
- 2	- 49	-	-	$774\frac{11}{64}$
- 2	- 52	-	-	$774\frac{13}{64}$
- 2	- 56	-	-	$774\frac{19}{64}$
- 2	- 58	-	-	$774\frac{23}{64}$
- 3	- 1	-	-	$774\frac{25}{64}$
- 3	- 18	-	-	$774\frac{39}{64}$
- 3	- 25	-	-	$774\frac{34}{64}$
- 6	- 15	-	-	$774\frac{61}{64}$

Gleich nach dem letztern Wägen ſchien der ganze Apparat die Lufttemperatur des Zimmers, 60° Fahrenh., angenommen zu haben. Jetzt nahm man die Kugel weg, und wog die Porzellangefäße wieder, wo ſie während des Verſuchs $\frac{1}{4}$ Gran am Gewichte verloren zu haben ſchienen.

Dieſen ſcheinbaren Verluſt konnte er keiner andern Urſache zuſchreiben, als dem innigen Austrocknen der Schaalen durch die heiße Kugel, und dem Trocknen der ſeidenen Fäden, wodurch die die Gewichte enthaltenden Wagſchaalen am Arme der Wage getragen wurden.

Dieſes Gewicht = $\frac{1}{4}$ Gran, welches erfordert wurde, um die Wagſchaalen am Ende des Verſuchs wieder ins Gleichgewicht zu ſetzen, zu dem ſcheinbaren Gewicht der Kugel um 6 Uhr 15 Min. = $774\frac{61}{64}$ addirt, ſcheint ihr wahres Gewicht $775\frac{13}{64}$ Gran geweſen zu ſeyn.

Da

Da das Gewicht der Kugel um 1 Uhr 30 Minuten nicht mehr als 773$\frac{5}{64}$ Gran betragen hatte, ſo ſchien es, daß das Eiſen hier durchs Glühen eine Gewichtszunahme von 2$\frac{1}{8}$ Gran erhalten habe.

Dieſe Zunahme entſtand ohne Zweifel aus der partiellen Oxydation des Eiſens. Sie entſprang ſicher nicht von der Wärme, denn das Gewicht blieb, nachdem die Kugel kalt geworden war.

Herr Gren hatte endlich das dynamiſche Syſtem angenommen, und hiemit ſeine Idee gänzlich aufgegeben, daß der Beytritt des Wärmeſtoffs die Körper leichter mache. Vielmehr behauptete er, daß der Wärmeſtoff eine rein expanſible Flüſſigkeit ſey, d. h. eine ſolche, deren Theile bloß der ausdehnenden Kraft, und keiner andern Kraft, folgen. So ſtrömen, ſagt er, die Wärmeſtoffstheilchen mit dem Lichte von der Sonne nach allen Richtungen aus, ohne durch Schwere an die Sonne gefeſſelt zu ſeyn, und ſo gehen ſie von der Erde da, wo ſie frey in ihrer Expanſivkraft thätig zu werden anfangen, nach allen Richtungen, ohne gegen den Mittelpunkt der Erde zu gravitiren. Daher können ſie nicht, wie die ſchwere Luft, um die Erde herum eine bleibende Atmoſphäre bilden. Da alſo der Wärmeſtoff nicht ſchwer iſt, ſo können auch ſeine Quantitäten durchs Gewicht gar nicht beſtimmt werden, und ſeine Vermehrung und Verminderung in den Körpern könne, wie auch die Erfahrung lehre, das Gewicht der Körper weder vermehren noch vermindern. Der Wärmeſtoff ſey demnach als imponderable Subſtanz zu betrachten. Auch ſey er urſprünglich expanſibel; denn wir kennten keine Subſtanz, und keine einzige Erfahrung zeige uns eine ſolche, von welcher wir die Expanſibilität des Wär-

meſtoffs ableiten könnten. Der Wärmeſtoff müßte ſich alſo von dem Orte aus, wo er frey werde, ins Unendliche verbreiten, und ſeine Dichtigkeit, mithin ſeine Expanſivkraft und ſeine Kräfteäußerung, müßte dadurch Null werden, weil er ſeiner Verbreitung durch ſich ſelbſt und durch ſeine eigene Anſpannungskraft nicht Grenzen ſetzen könnte. Dieß würde auch geſchehen, wenn nicht dem freyen Wärmeſtoffe durch Anziehungskräfte anderer Materien dagegen in ſeiner Anſpannunsgkraft Schranken geſetzt, und er alſo dahin gebracht werden könnte, ſeinen Raum mit Beharrlichkeit zu erfüllen. — Meiner Meynung nach ſcheint aber hier Herr Gren gegen die erſten Grundſätze der dynamiſchen Phyſik gefehlt zu haben. Er ſelbſt behauptet, daß die Möglichkeit der Materie anziehende und zurückſtoßende Kräfte vorausſetze. Wenn daher der Wärmeſtoff eine wirkliche Materie ſeyn ſoll, ſo muß ihm auch weſentlich Anziehung zukommen. Muß man ihm aber dieß zuſchreiben, ſo muß er auch, wie jede andere Materie, anziehend und zurückſtoßend wirken können. Dieß läßt ſich aber nicht anders denken, als daß er auch von einer andern Materie angezogen werde, d. h. daß er gegen dieſe ſchwer ſey. —

Der Graf von Rumford hatte einige Gallonen Waſſer bloß durch ſchnelle Friktion eines ſtumpfen Bohrers auf den Boden eines Kanonenlaufs zum Sieden gebracht. Dieß ſahe er als einen neuen Beweis an, daß der Wärmeſtoff ein urſprünglicher, eigenthümlicher Urſtoff, und nicht das Produkt einer Zerſetzung ſey. In der Folge hat aber der Herr Graf ſeine Meynung geändert, und vielmehr das Daſeyn eines beſondern Wärmeſtoffs nach dieſen Verſuchen bezweifelt. Er fand nämlich, daß die Hitze der beym

Boh-

Bohren einer meſſingenen Kanone erhaltenen Wärme weit größer war, als die des ſiedenden Waſſers. Hierbey wirft er nun die Frage auf: Kommt die Hitze aus den Spähnen? Wäre dieß, ſo müßte, nach der neuen Lehre von der latenten Wärme, die Wärmecapacität des Metalls, welches zu Spähnen gemacht wurde, eine Veränderung erlitten haben, und dieſe müßte auch groß genug ſeyn, die hervorgebrachte Hitze völlig zu erklären. Daß nun dieß nicht der Fall wäre, ließe ſich aus einem Verſuche ſchließen, den er mit gleichen Quantitäten ſolcher Spähne, und kleiner durch eine Säge abgeſchnittenen Metallſtückchen anſtellte; als er nämlich beyde bis zur Temperatur des ſiedenden Waſſers erhitzte, und dann in eine gleiche Quantität kaltes Waſſer brachte, ſo war die Temperatur in beyden Waſſern völlig gleich.

Bey den Verſuchen ſelbſt wurde ein ſtumpfer Bohrer gegen den feſten Boden eines hohlen Cylinders gedruckt, und durch Pferde um ſeine Axe gedreht. In der Seite des Cylinders war ein Loch für ein Queckſilberthermometer befindlich, um die Höhe zu meſſen. Die Kraft, womit der Bohrer eingedruckt wurde, konnte etwa 10000 Pfund gleich geſetzt werden, und der Cylinder ward durch Pferde gegen 32 mal in 1 Minute um ſeine Axe gedreht. Um dem Verluſt der Wärme möglichſt zuvor zu kommen, ward der Cylinder mit dickem und warmem Flanell umwickelt. Anfangs war die Temperatur der Luft und des Apparats 60° Fahr. Nach 30 Minuten ſtieg das in die Höhlung gebrachte Thermometer ſogleich bis 130°; das Gewicht der Bohrſpähne, die aus einer ſchuppenähnlichen Maſſe beſtanden, betrug 837 Gran. War es möglich, fragt hier der Graf, daß eine ſolche

Hitze,

Hitze, welche die Temperatur von mehr als 113 Pfund Geſchützmetall wenigſtens bis 70° Fahrenh. erhöhete, und die mithin fähig geweſen wäre, $6\frac{1}{2}$ Pfund Eis zu ſchmelzen, oder beynahe 5 Pfund eiskaltes Waſſer zum Sieden zu bringen, aus einer ſo unbeträchtlichen Menge Metallſtaub entſtehen konnte? und das bloß als Folge einer Veränderung der Capacität für die Wärme? Da das Gewicht dieſes Staubes nur den 948ſten Theil von dem des Cylinders betrug, ſo mußte derſelbe nicht weniger als 948° Wärme verloren haben, um die Temperatur des Cylinders um 1° zu erheben, und folglich mußte er 66360° Wärme entwickelt haben, um die beym Verſuche ſich zeigenden Wirkungen hervorzubringen. Man müſſe hierbey ferner bedenken, daß auf ſolche Art der Cylinder nach und nach hätte erſchöpft werden müſſen; aber auch hievon war keine Spur zu entdecken. Nun entſtand beym Grafen ein anderer Gedanke, ob etwa die Luft zur Erzeugung dieſer Hitze etwas beytrüge? Da die Bohrſtange vierkantig war, ſo hatte wirklich die Luft Zutritt zur Höhle und zum Boden des Cylinders. Indeſſen zeigten bey den vorigen Verſuchen die abgeriebenen Metallſtückchen nicht die mindeſte Spur von Verkalkung. Zur genauern Prüfung wurde aber nun ein Stempel in die Mündung des Cylinders eingepaßt, durch deſſen Mitte die viereckte Bohrſtange vollkommen anſchließend durchging. Der Verſuch zeigte aber, daß dieſe Ausſchließung der Luft die durch Friktion erregte Wärme im mindeſten nicht verringerte. Hierauf wurde der ganze Apparat in einem Behältniſſe unter Waſſer von 60° Temperatur gebracht. Die Bewegung war gerade wieder ſo, wie bey den vorigen Verſuchen, und nach einer Stunde war das Thermometer auf 107° geſtiegen. Die Waſſermenge betrug

2

2½ Gallonen Weinmaaß. Nach 1 Stunde 30 Minuten, vom Anfange des Verſuchs, war die Wärme des Waſſers 142°, wieder 30 Minuten ſpäter 178°. Nach 2 Stunden 20 Minuten kochte das Waſſer völlig.

Nun frägt der Graf, was iſt Wärme? Gibt es ein feuriges Fluidum? In den angeſtellten Verſuchen konnte die Wärme weder aus dem Metalle noch aus der Luft kommen; aus dem Waſſer auch nicht, denn das Waſſer empfing beſtändig Wärme von der Maſchine, und konnte nicht zugleich demſelben Körper Wärme mittheilen und entziehen. Auch eine chemiſche Zerſetzung des Waſſers fand nicht ſtatt, wenigſtens zeigte ſich nichts, was dahin gedeutet hätte. Endlich konnten auch der Bohrer und deſſen Stange die Wärme nicht abgeſetzt haben, weil auf dieſem Wege immer Wärme aus dem Apparat hervorquoll, und dieſe Quelle zeigte ſich auch als ganz unerſchöpflich. Kaum, meint der Graf, ſey es alſo nöthig, hinzuzuſetzen, daß ein Etwas, welches von einem iſolirten Körper unaufhörlich und unerſchöpflich mitgetheilt wird, unmöglich eine materielle Subſtanz ſeyn könne! Es ſcheint ihm faſt ganz unmöglich, einen deutlichen Begriff von dieſem Etwas zu faſſen, es müßte denn Bewegung ſeyn; indeſſen iſt er weit entfernt, auch hier das Wie? erklären zu wollen.

Schon Herr Scherer*) behauptete die Immaterialität der Wärme, und beſchuldigte ſogar diejenigen der gröbſten Inconſequenz, welche einen wirklichen Wärmeſtoff annähmen. Zuerſt, ſagt er, ſchreibe man

*) Nachtrag zu den Grundzügen der neuern chemiſchen Theorie. Jena 1796. 8. S. 127. f.

man dem Wärmeſtoffe die Erwärmung und die Ausdehnung der Körper zu. Allein er erwärme doch nicht bloß einige Körper, ſondern er bringe in allen die Wirkung der Wärme hervor. Er dehne nicht bloß einige Subſtanzen aus, ſondern äußere die Wirkung auf alle. Sey dieß aber nicht ganz den chemiſchen Wirkungen widerſprechend? Sey denn das Reſultat der chemiſchen Verbindungen des Sauerſtoffs in allen Fällen eine Säure, und zwar eine und dieſelbe? bringe er nicht mit dem Waſſerſtoffe nur Waſſer, mit den Metallen nur Metallkalke, mit den verſchiedenen Radikalen der Säure auch verſchiedene Säuren hervor? Und der Wärmeſtoff ſollte mit allen Körpern nur Erwärmung und Ausdehnung erzeugen? Ja, wenn ferner auch ſogar ſpecifiſcher, gebundener, latenter Wärmeſtoff angenommen werde, was ſey denn dadurch hervorgebracht? Gar nichts! Wie könne er aber als ein chemiſch wirkender Körper mit einem andern Körper eine chemiſche Verbindung eingegangen ſeyn, ohne die Natur des letztern umgeändert oder überhaupt ein neues Produkt hervorgebracht zu haben? Sey es nicht ganz etwas anders mit allen andern Stoffen? Werde nicht das Metall ſehr auffallend umgeändert, wenn es ſich mit dem Sauerſtoff vereinige? Was geſchehe aber, wenn das Metall Wärmeſtoff aufnehme, bleibe es nicht Metall, wenn es gleich flüſſig werde? Wie hätte man alſo ſo voreilig einen latenten Wärmeſtoff da annehmen können, wo man keine Wärme empfinde? Wäre es nicht eben ſo, als wenn man überall latenten Schallſtoff annehmen wollte, wo man nichts ſchallen höre! u. ſ. f.

Ferner ſagt Herr Scherer, man häufe Widerſprüche in den Eigenſchaften, die man dem Wärmeſtoffe

ſtoffe zugeſtehe, wenn man einmal beſtimme: nur derjenige Wärmeſtoff in Körpern iſt warmmachend, deſſen Expanſivkraft thätig iſt, und der nicht durch entgegengeſetzte Anziehungskräfte der Materie der Körper in ſeiner Verbreitung gehemmt wird; nur dieſer wirkt aufs Gefühl und aufs Thermometer, und heißt freyer Wärmeſtoff. Er erfüllt, ſo lange er frey iſt, eben wegen ſeiner Expanſion ſeinen Raum nicht mit Beharrlichkeit; dieß kann er nur, wenn ſeine Anſpannungskraft durch anziehende Kräfte anderer ungleichartiger Stoffe dagegen ruhend gemacht wird, ſo daß er nun mit ihnen zuſammenhängt, oder auch eine chemiſche Verbindung damit eingeht. Dann nennt man ihn **unmerkbaren, verborgenen, fixirten Wärmeſtoff.** — Ferner auch gleich darauf folgenden Satz aufſtelle: der freye Wärmeſtoff, der andern Körpern zugeführt wird, bleibt nicht ſeiner ganzen Quantität nach frey, ſondern es wird immer ein größerer oder geringerer Antheil davon fixirt, und dieſer fixirte Antheil iſt es, der die Veränderungen der Form hervorbringt, welche die Körper erleiden, wenn ſie dem Einfluſſe eines ſtärkern Wärmeſtroms ausgeſetzt werden. Herr **Scherer** erwiedert hierauf: unläugbar müſſe doch die Dilatation, welche wir während dem Einfluſſe der Wärme auf Körper wahrnehmen, Erfolg des im ungebundenen Zuſtande wirkenden Wärmeſtoffs ſeyn. Wie könnte man ſonſt aus den dadurch hervorgebrachten Veränderungen des Volumens gewiſſer Subſtanzen auf die Ab- und Zunahme der Quantität der die Wärme hervorbringenden Urſache ſchließen? Und demungeachtet ſolle die Formänderung eines Körpers eine Folge des damit chemiſch verbundenen Wärmeſtoffs ſeyn? Wie könne dieß der chemiſch gebundene Wärmeſtoff bewirken; da doch durch die chemiſche Verbindung

die

die Eigenſchaften verloren gingen, die ein Körper im freyen Zuſtande äußere? Ja man ſage ſogar: dieſe Veränderungen können nicht erfolgen, ohne daß nicht durch die Anziehungskräfte der Materie gegen den Wärmeſtoff ſeine Expanſivkraft aufgehoben oder geſchwächt werde, ſo wie er hinwiederum durch ſeine Expanſivkraft die Anziehungskraft anderer Materien abändert, und eben dadurch Veränderungen ihrer Form zuwege bringt. — Wie könne ſich aber die Expanſivkraft thätig erweiſen, wenn, wie es hier ja ganz deutlich angegeben werde, ſie aufgehoben werde? könne wohl eine Kraft nach ihrer Vernichtung noch wirken? könne die Anziehungskraft wohl von einer durch chemiſche Verbindung unwirkſam gemachten Expanſivkraft abgeändert werden? Eben ſo wie die wärmemachende Kraft des Wärmeſtoffs auf unſer Gefühl durch ſeine Fixirung verloren gehe, was zugegeben werde, ſo muß er auch ſeine ausdehnende Kraft unter denſelben Umſtänden gleichfalls einbüßen.

Hieraus erhelle alſo, daß man vom freyen und gebundenen Wärmeſtoffe keinen beſtimmten Begriff habe; daher auch häufige Verwechſelungen unvermeidlich ſeyen. Ohnedieß laſſe ſich aber doch wohl einſehen, daß wir auch hiervon keinen Begriff werden erhalten können; denn wir hätten den Wärmeſtoff noch nicht dargeſtellt, alſo auch noch nicht beurtheilen können, was durch ſeine Verbindung mit Körpern hervorgebracht werde, und welches ſeine eigenthümlichen Eigenſchaften ſind.

Noch ſonderbarer aber ſey es, den angeführten Widerſpruch durch die Eintheilung eines adhärirenden und chemiſch gebundenen Wärmeſtoffs zu heben. Denn gebe es einen adhärirenden Wärmeſtoff, ſo gebe

es

es auch einen dargeſtellten. Letztern könne es aber unmöglich geben. Denn man habe noch nicht darthun können, daß die Theilchen des Wärmeſtoffs der Schwerkraft unterworfen wären; wir müßten ihn alſo als eine völlig imponderable Subſtanz anſehen, was auch eingeräumt werde. Sey dieß richtig, wie könnten wir wohl je erwarten, in unſerer mit ponderabeln Subſtanzen mancherley Art angefüllten Atmoſphäre auch imponderabeln Wärmeſtoff anzutreffen? Müſſe er nicht von dem erſtern ſchlechterdings überall, wo er in Freyheit geſetzt werde, hinaufgedruckt werden in Regionen, die ſich unſerer Beobachtung gänzlich entzögen? Hierauf werde man freylich antworten: wir hätten es demungeachtet auch mit dem Wärmeſtoffe zu thun, weil die ihn umgebenden Subſtanzen nicht ohne Affinität gegen ihn ſind. Zugegeben! — Was folge daraus? Daß wir alſo nie den Wärmeſtoff weder im freyen Zuſtande, noch adhärirend werden antreffen können. Denn was heiße adhäriren? Wenn ein Körper dem andern adhärire, brauche er deshalb mit demſelben chemiſch verbunden zu ſeyn? Sey es etwa die Schwefelſäure im Alaun, die Weinſteinſäure im Weinſtein, der Mineralalkali im Borax, u. ſ. f.? Da alſo das Adhäriren, wie ſchon das Wort anzeige, bloß das mechaniſche Anhängen bezeichne, ſo könne um ſo weniger ein mechaniſches Anhängen des Wärmeſtoffs an gewiſſe Körper möglich ſeyn; denn ſonſt müßte der Wärmeſtoff ponderabel ſeyn. Und ſelbſt wenn auch dem Wärmeſtoffe, als Stoffe, die Ponderabilität nicht abgeſprochen werden dürfte, ſo wäre es doch gewiß der leichteſte unter allen uns bekannten Körpern, da keine einzige Wage für ſein Gewicht empfindlich ſey. Alſo auch ſelbſt unter dieſen Umſtänden könnte er Körpern nicht mechaniſch anhängen, ſo wenig

ſich eine Luftblaſe unter einer Waſſerſäule ruhig zu erhalten fähig ſey; ſo wie dieſe unwiderſtehlich hinausgetrieben werde, ſo müßte ſich auch jederzeit der freywerdende Wärmeſtoff unſerm Erdballe entziehen, er könnte alſo nie ein Gegenſtand unſerer Unterſuchung werden. — Noch eine andere Ausflucht wäre möglich, indem man einen ununterbrochenen Ausfluß des Wärmeſtoffs aus ſeiner urſprünglichen Quelle auf unſern Planeten annähme, und damit die Meynung verbände, daß aller von uns entweichende Wärmeſtoff durch Zurückſtrömen uns wieder zugeſendet würde. Allein dieß ſey unmöglich. Geſetzt auch, es gäbe eine ſolche Quelle, wie könnte ein imponderabler Körper in lauter wägbare Subſtanzen hineingedrängt werden? durch welche Kraft wäre dieß möglich? Durch Wahlanziehung allein ſey es möglich; aber da chemiſche Verbindungen nie den Charakter der einzelnen verbundenen Subſtanzen zeigten, ſo könne auch der Wärmeſtoff keine chemiſchen Verbindungen eingehen, und ſo ſey es auch ſchlechterdings unmöglich, ſich je die Kenntniß der eigenthümlichen Natur des Wärmeſtoffs eigen machen zu können, oder gar glauben zu wollen, er könne ſich bloß mechaniſch gewiſſen Körpern anhängen. Daraus folge nun aber auch ferner, daß wir nicht einmal im Stande ſeyn würden, auch ſein Freywerden beobachten zu können; denn wo er auch in Freyheit geſetzt werde, würde er ſich im Augenblick des Freywerdens unſern Sinnen entziehen. Dieß ſey nothwendig, weil er als ein imponderabler Stoff mit einer unglaublichen Geſchwindigkeit ſich von uns fortbewege; aber auch ſelbſt dieß geſchehe nicht, denn er beſitze ja zu allen Subſtanzen Affinität, folglich müſſe er, ſo wie er in Freyheit geſetzt werde, ſogleich von den umgebenden Subſtanzen angezogen werden,

werden, alſo könnten wir ihn auch nie verſchwinden ſehen.

Hieraus ergebe ſich doch wohl deutlich genug, daß alles, was wir von ſeinen Eigenſchaften behaupteten, bloße Hypotheſe ſey; — daß die Wärme als Stoff nie ein Gegenſtand unſerer Unterſuchung ſeyn und werden könne.

Schon Herr Profeſſor Link [t]) läugnete den Satz, daß ſich der Wärmeſtoff mit andern Subſtanzen chemiſch verbinden könne. Seine vorzüglichſten Gründe ſind folgende:

1. Die Anziehungskraft, welche die Körper auf den Wärmeſtoff äußern, hat gar keine Aehnlichkeit mit der chemiſchen Verwandtſchaft. Hier entreißt ein Körper dem andern ſeinen Beſtandtheil ganz, oder doch größtentheils, dort entzieht ein Körper dem andern nur ſo viel Wärmeſtoff, bis die abſolute Elaſticität des Wärmeſtoffs in beyden Körpern einander gleich iſt. Eben ſo wenig kann man behaupten, daß dieſe Anziehung mit der allgemeinen Anziehung einerley ſey. Die letztere wirkt in die Ferne, nimmt ab, wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen, und richtet ſich nach der Menge der Materie, welche von beyden Seiten ihre Ziehkraft äußern. Von allen dieſem bemerken wir hier nichts. Wir ſehen nicht, daß dichtere Körper den Wärmeſtoff ſtärker anziehen als minder dichte, auch nicht, daß ſich die Vertheilung des Wärmeſtoffs nach der Dichtigkeit deſſelben richte, wie

t) Beobachtungen und Betrachtungen über den Wärmeſtoff. S. 189.

wie man doch erwarten müßte, wenn hier bloß allgemeine Anziehungskraft im Spiele wäre.

2. Es würde ein Mißbrauch genau beſtimmter Ausdrücke ſeyn, wenn man behaupten wollte, der Wärmeſtoff, welcher die größere Menge der ſpecifiſchen Wärme in irgend einem Körper ausmacht, ſey darin chemiſch gebunden. Dieſer Wärmeſtoff geht aus dem wärmern Körper in den kältern, er geht eben ſo zu dem erſtern zurück, ſobald dieſer wiederum kälter wird. Von allen dieſem beobachten wir bey chemiſchen Verbindungen nichts. Deswegen trennt ſich noch kein Beſtandtheil von dem andern, weil er ſich darin in größerer Menge befindet, und niemals kehrt er zu dem vorigen Körper zurück, wenn dieſer Mangel daran leidet. Die chemiſchen Trennungen und Verbindungen zeigen ſich beſtimmter, ſie ſind Folgen einer Wahlanziehung, und laſſen ſich nach Verwandtſchaftstafeln ordnen; aber allen ſolchen Regeln unterwirft ſich der Wärmeſtoff, wenigſtens in dieſem Falle, nicht. Geſetzt aber, es gäbe Wärmeſtoff, der ſo feſt mit dem Körper verbunden wäre, daß er ſich durch einen kältern Körper nicht ausſcheiden oder vermindern ließe, ſo würde der Ausdruck: chemiſch verbunden, doch fehlerhaft ſeyn, da mehrere Stufenfolgen in der Vereinigung der Körper möglich ſind, die unter ſich wenig, aber von der Verwandtſchaft ſehr verſchieden ſeyn möchten.

3. Wenn der Wärmeſtoff eine Materie iſt, keine bloße ſchwingende Bewegung der Theilchen, wenn er der Anziehung gehorcht und durch ſie aus einem Körper in den andern gebracht wird, ſo ſcheint es, als ob man mit großer Wahrſcheinlichkeit ſchließen könne, er gehe wie die übrigen Körper chemiſche Verbindun-

gen

gen ein, und habe, wie ſie, ſeine beſtimmten Verwandtſchaften. Dieſen Schluß, ſagt er, finde ich bey vielen Chemikern, ohne Beyfügung einiger Einſchränkungen, aber man darf ihn wahrlich nicht für einen vollkommenen analogiſchen Schluß halten. Denn kann man mit Wahrſcheinlichkeit ſchließen, daß alles, was von den übrigen Körpern gilt, auch von einer Claſſe von Körpern angenommen werden dürfe, die, von allen andern weit verſchieden, ihre Gegenwart nur einigen Sinnen kund machen, zum Theil eine Schnelligkeit beſitzen, welche wir uns kaum ſinnlich vorſtellen können, und keine merkliche Schwere zeigen, wie alle übrige bekannte Körper? Wer wird das von der Wärme, dem Licht, der Elektricität oder dem Magnetismus geradezu behaupten können, was von den Luftarten, den fließenden und feſten Körpern gilt? Ueberdieß findet ſich der Wärmeſtoff in allen Körpern, er verläßt keinen ganz und gar. Das abſolute Null der Temperatur iſt eine Erſcheinung, die wir nur denken, nicht darſtellen können. Er kann alſo immer Einfluß auf die Erſcheinung haben, welche wir den Körpern als Eigenſchaft beylegen, und vermöge eines analogen Schluſſes auf den Wärmeſtoff übertragen.

4. Alle chemiſche und phyſiſche Erklärungen, wobey man dem Wärmeſtoff eine Wahlanziehung zuſchreibt, ſind auf einem ſchwankenden Grunde errichtet. Man drückt ſich unbehutſam aus, wenn man ſagt, das flüchtige Alkali wird aus dem flüchtigen Salmiak im Feuer geſchieden, weil es eine nähere Affinität zum Wärmeſtoffe hat, als die Schwefelſäure. Dieſe Erſcheinung kann von einem größern Beſtreben zur Ausdehnung und manchen andern Urſachen herrüh-

ren. Die größere abſolute oder relative Flüchtigkeit der Körper iſt eine Erſcheinung, welche eben ſo ſchwer zu ergründen iſt, als die Feſtigkeit und Flüſſigkeit der Körper, welcher man aber eben deswegen nicht Urſachen zum Grunde legen darf, die nicht durch die Erfahrung ſelbſt, oder die Analogie bewährt gefunden worden.

Herr Scherer bemerkt nun ferner, es werde um ſo einleuchtender, daß man zu weit gegangen ſey, dem Wärmeſtoffe die Fähigkeit zuzueignen, nach den Geſetzen der Verwandtſchaft zu wirken, da wir noch keine Verwandtſchaftsreihe der verſchiedenen Körper in Bezug des Wärmeſtoffs haben auffinden können.

Wir kämen endlich darauf hinaus: der Wärmeſtoff habe zu allen Körpern Verwandtſchaft. Wenn man aber bedenke, was man mit dieſem Worte eigentlich bezeichnen wolle: die Wahl, die ungleichartige Körper unter einander zur Verbindung treffen; ſo könne man doch wohl einem Körper unmöglich eine Wahlanziehung zueignen, der ſich mit jedem Körper ohne Ausnahme verbinde. Es ſey gänzlich unmöglich, für den Wärmeſtoff eine Verwandtſchaftstafel zu entwerfen, da auf dieſer alle Körper einen und denſelben Platz behaupten würden, oder da doch wenigſtens ihre Rangordnung ſich nur nach zwey Rückſichten, nämlich nach dem Grade ihrer Erkältung oder ihrer Leitungsfähigkeit beſtimmen ließe. Jeder kalte Körper nehme Wärmeſtoff auf, jeder ausdehnungsfähige werde von ihm afficirt; jeder gute Leiter laſſe ihn durch ſich durch — und alles dieß ſey dennoch nur relativ; denn wie viele ſchlechte Leiter ſeyen dennoch nicht fähig, ſich ſo ſehr zu erhitzen, daß ſie verbrennten? Wir könnten alſo

z. B.

z. B. nicht ſagen, die Entwickelung des Sauerſtoff-gas aus dem glühenden Braunſtein gründe ſich auf die nähere Verwandtſchaft, welche der Wärmeſtoff vor dem Braunſteinmetalle zu dem Sauerſtoffe beſitze; denn es habe ſich hier nichts Materielles mit dem Sauerſtoffe des Kalks verbunden, indem das erhaltene Gas an Gewicht gerade ſo viel betrage, als der Braunſtein hierdurch an Gewicht abgenommen habe. Wie könne aber etwas Immaterielles chemiſch wirken?

Was endlich die Behauptung mehrerer Naturforſcher betreffe, daß der Wärmeſtoff mit den Gasarten chemiſch gebunden ſey, ſo hält er dieſe mit Herrn Hofrath Mayer für ungegründet.

Herrn Scherer iſt es ſehr wahrſcheinlich, daß durch die Erwärmung eines Körpers nicht etwas an denſelben trete, ſondern nur das Verhältniß der Grundkräfte gegen einander abgeändert werde, ſo daß die repulſive ein Uebergewicht über die attractive erhalte. Dieſes wird nach Herrn Scherer durch den Stoß der ponderabeln Theile der Luft hervorgebracht. Dieß Vermögen während der Erwärmung der Körper in der Luft ſetzt er bloß in den ponderabeln Theilen der Luft, weil dieſer Einfluß doch nur von der Materie, alſo etwas ponderabelm, im Raume ſich bewegendem, gelten könne. Demnach iſt die Wärme bloß die Erſcheinung, die jedesmal mit der Kraftäußerung verbunden iſt. Der Stoß wirkt, ſeiner Meynung nach, in ſo fern, als dadurch die Aufhebung des Gleichgewichts zwiſchen den Kräften bewirkt wird, ſo wie wir demſelben doch gewiß eben ſo allgemeine Erſcheinungen, z. B. Bewegung u. ſ. w., zuzuſchreiben uns genöthigt ſehen.

Seitdem das von Kant aufgeſtellte dynamiſche Syſtem mehr Eingang fand, haben auch Mehrere die Materialität des Wärmeſtoffs geläugnet, und das Phänomen der Wärme von der zurückſtoßenden Kraft der Materie abzuleiten geſucht. So glaubt Herr von Arnim u), daß man gar keinen Grund habe, eine beſondere Materie als Urſache der Wärme anzunehmen; entweder, ſagt er, iſt alle Materie Wärmeſtoff, oder es gibt gar keinen. Eben ſo wenig hätten wir Grund, wenn gleich Erwärmung mit Bewegung begleitet ſey, das Weſen der Wärme in die Bewegung zu ſetzen. Ausdehnung ſey das einzige allgemeine die Erwärmung begleitende Merkmal. Wir hätten daher allen Grund, dieſe als Urſache der Empfindung anzunehmen, Ausdehnung in dieſem Sinne bedeute nur Vergrößerung der Raumerfüllung. Erwärmung und Erkältung hießen dann weiter nichts, als größere oder geringere Freyheit der Kraft, die den Raum erfüllt; die abſolute erwärmende Kraft ſteht daher in demſelben Verhältniſſe, wie die Freyheit der den Raum erfüllenden Kraft. Dieſe verhalte ſich verkehrt, wie die Beſchränkungen oder Dichtigkeiten; alſo bey gleichen Maſſen, wie die Volumina, bey gleichem Volumen, verkehrt wie die Maſſen. Die Größe der Kraft, welche dazu erfordert werde, eine Maſſe in verſchiedene Volumina auszudehnen, werde ſich aus Gründen verkehrt, wie die Volumina verhalten; daher ſey der Zuſammenhang zwiſchen der ſpecifiſchen Capacität und der Ausdehnung der Körper durch gleiche Temperaturveränderung erklärlich.

Aus dieſem folge, daß die Temperatur und Capacität im umgekehrten Verhältniſſe ſteht, daß es eben

u) Gilberts Annalen der Phyſik. B. V. S. 57. f.

eben ſo viele Urſachen der Erwärmung und Erkältung, als der Aenderung der Capacität, und überhaupt Aenderungen des Verhältniſſes der Kräfte gibt, als entweder durch chemiſche Verbindung der Materie, oder durch Einwirkung auf einander in der Ferne.

Durch die chemiſchen Verbindungen könnten die beyden Körper entweder verändert oder nicht verändert werden, im erſtern Falle wären ſie verſchieden, im letztern von einerley Art.

Man nehme nun bey dem zweyten Falle, bey der Vermiſchung der Körper von verſchiedener Temperatur mit einander, die Temperatur des Körpers $A = t$, ſein Volumen $= v$, ſeine Maſſe $= m$, ſein ſpecifiſches Gewicht $= S$, die Temperatur des Körpers $B = t'$, ſein Volumen $= v'$, ſein ſpecifiſches Gewicht $= S'$. Bey gleichem Volumen verhalten ſich alſo $t : t' = m' : m$, alſo hier, wo jeder einzelne Körper in dem ganzen Raume von $v + v'$ verbreitet ſey,

$$m + m' : m = t : \frac{mt}{m + m'}, \text{ und}$$

$$m + m' : m' = t' : \frac{m't'}{m + m'}, \text{ mithin die ge-}$$

meinſchaftliche Temperatur

$$t'' = \frac{mt + m't'}{m + m'}.$$

So ſey man zur Richmannſchen Regel gekommen, ohne, wie er, bloß hypothetiſch anzunehmen, die Temperaturen verhielten ſich verkehrt, wie die Maſſen. Aus der Ableitung ſähen wir aber auch, daß es nur für Vermiſchungen gelte, wo jede der einzelnen Maſſen jetzt in dem ganzen Raume verbreitet iſt, aber nicht

für Mengungen, eben ſo wenig für Vermiſchungen, wodurch die chemiſche Beſchaffenheit geändert wird.

Die Aufgabe aber, wie viel Wärme bey der Verbindung verſchiedenartiger Körper entſtehe, ſey noch keinem Geſetze unterworfen; wahrſcheinlich werde hier der Körper einen eben ſo großen Temperaturüberſchuß oder Erniedrigung zeigen, als erfordert würde, ihn von dem beobachteten zu dem berechneten ſpecifiſchen Gewichte zu bringen. Doch fehle es zur Prüfung an den nöthigen Erfahrungen.

Die zweyte Hauptaufgabe, über die Erwärmung ohne Miſchung, ſey ſchwieriger, ſie habe auch die meiſten Hypotheſen erzeugt. Gewöhnlich habe man das Gleichgewicht der Wärme als ausgemacht, als gegeben betrachtet, und die Urſache der Störung, es ſey durch Erwärmung oder Erkältung, aufgeſucht. Wichtiger ſcheine indeſſen der entgegengeſetzte Weg, da der ſtete Wechſel in der Materie gegeben, erſt die Urſache des Gleichgewichts geſucht werden müſſe. Wir fänden dieſes Gleichgewicht überhaupt nur ſelten, und nur da, wo weder Veränderungen der Lagen noch der Miſchungen vorgingen; nothwendig ſey dieſe Bedingung, wenn nur unter dieſen Umſtänden die Einwirkung der Körper unter einander ſich nicht ändern könne. Dadurch ſey die durch Reibung und durch chemiſche Verbindungen hervorgebrachte Erwärmung erwieſen.

Was den Begriff der ſpecifiſchen Wärme betreffe, ſo bäthen die Erfahrungen, ſo unbeſtimmt ſie auch ſeyn möchten, viel Merkwürdiges, beſonders in Hinſicht des chemiſchen Verhältniſſes, dar; nur ſey es zu bedauern, daß die fleißigſten Beobachter derſel-

ben,

ben, in der Ueberzeugung, ſie ſey beſtändig, in welche Materie der zu unterſuchende Körper auch getaucht werde, ſobald nur die Capacität dieſer gegen den zur Einheit angenommenen Stoff beſtimmt ſey, dieſe Unterſuchungen nicht weiter ausgedehnt hätten. Der Crawford'ſche Beweis, daß die Wärmecapacität eines Stoffs, ſo lange er ſeinen Zuſtand nicht ändere, gleich ſey, gelte nur für die mit der Vermiſchung gleichartiger Körper angeſtellten Verſuche, und nur in Rückſicht der Unempfindlichkeit unſerer Inſtrumente. Es ſey aber die Kraft, die gleiche Temperaturveränderungen in demſelben Körper hervorbringen ſolle, im umgekehrten Verhältniſſe der Volumina, in welche dieſer ſich ausdehne. Nun betrage nach Schmidt's Verſuchen die Ausdehnung des Waſſers von 15 bis 48° Reaum. 0,01328; wie würde ſich, frägt von Arnim, dieſe Capacitäts=Aenderung bey unſern jetzigen Verſuchen, wo es ſelbſt auf Zehntheile nicht ankäme, wahrnehmen laſſen? Für die Meynung verſchiedener Stoffe ſey auch die Erfahrung, daß die Capacität veränderlich ſey. Crawford's wiederholter Verſuch habe bewieſen, daß die kaltmachende Kraft der erkalteten Blechfläche ſtärker geweſen ſey, als die warmmachende der wärmern. Eben ſo ſey unter 13 Reihen der Wilkenſchen Verſuche nur ein, und zwar ein ſehr abweichender Verſuch, in welchem das Maximum der Capacität, das hier nach der Temperatur der Flüſſigkeit beurtheilt werde, nicht auf die höhere Temperatur des erwärmten Körpers gefallen wäre; ein ſicheres Zeichen, da die Flüſſigkeit ſich ſtärker ausdehne, als der feſte Körper, daß, auf dieſe Temperatur ſie zu erheben, verhältnißmäßig weniger Wärme erfordert werde, als auf die niedrigere. Auch die beyden Verſuche Crawford's mit Kalk und Alcohol wären von

größe-

größerer Erwärmung, als bey der höhern Temperatur geweſen. Bey den übrigen Verſuchen ſey entweder eine chemiſche Wirkung möglich, oder die Umſtände ſeyen nicht gleich. Man ſehe daraus, da nur dieſer einzige Verſuch von ihm angeſtellt worden ſey, daß die Capacität durch die Erwärmung, ſo lange ſie den Zuſtand nicht ändere, auch nicht verändert werde. Theorie und Erfahrung haben Herrn von Arnim auf das Entgegengeſetzte geleitet, daß ſie unter dieſen Umſtänden abnehme, daß folglich die Capacitäten immer für einen beſtimmten Wärmegrad beſtimmt werden ſollten, und daß vielleicht dieſe Beſtimmung einzig richtig durch Lavoiſier's Wärmemeſſer geſchehen könnte.

Auch Humphry Davy x) glaubt aus verſchiedenen Gründen behaupten zu dürfen, daß die Wärmematerie keine wahre Subſtanz ſey. Alle Wärmephänomene und die Repulſion im Materiellen ſeyen einerley Urſache zuzuſchreiben. Die Materie müſſe als von zwey Kräften conſtruirt vorgeſtellt werden. Vermittelſt der einen, die wir Anziehung nennten, ſtrebten die Theilchen der Körper, ſich zu nähern, und in einem Zuſtande des Zuſammenhangs zu ſtehen; mittelſt der andern Kraft, die wir Repulſion nennten, würden dagegen die Körpertheilchen in einer gewiſſen Entfernung von einander gehalten, auch werde ihre wirkliche Berührung gehindert, wie es denn, der Erfahrung zu Folge, keinen Körper gebe, deſſen Theilchen nicht durch gehörige Mittel einander näher gebracht werden könnten, oder, welches eins ſey, deſſen ſpecifiſches Gewicht nicht durch Erniedrigung ſeiner Temperatur zunähme.

Durch

x) Contributions to phyſical and medical knowledge, collected by *Beddoes*. Briſtol 1799. 8. p. 1. ſq.

Durch Erhöhung der Temperatur würden alle Körper ausgedehnt, oder, was einerley ſey, werde die Repulſion in ihren Theilchen rege gemacht, und ihre Ausdehnung richte ſich nach den verſchiedenen Graden der Temperatur. Aus dieſem Grunde nehme man mit Recht allgemein an, daß die Grundurſache der Wärme daſſelbe Etwas ſey, dem man die Repulſion in der Materie zuſchreiben müſſe.

Diejenigen, welche die Materialität der Wärme behaupteten, nähmen an, daß der Wärmeſtoff, der die Repulſion der Körper und die Elaſticität der Gasarten durch ſeine Verbindungen mit ihnen bewirken ſolle, ein urſprünglich elaſtiſches Fluidum ſey, und ſagten nicht, woher die Repulſion und Elaſticität dieſes Fluidums rühre. Sie erklärten daher ſehr unlogiſch die Repulſion und Elaſticität wieder durch Repulſion und Elaſticität. Die willkührliche Annahme eines Wärmeſtoffs gebe daher gar keinen Aufſchluß über die wirkende Urſache der Repulſionskraft.

Nähme man wirklich einen Wärmeſtoff an, ſo könne die Temperatur des Körpers nicht anders, als entweder durch Veränderung ſeiner Wärmecapacität, oder durch Zuleitung der Wärme, die ſich in ſchon erhitzten Körpern befinde, erhöhet werden. Dieſem gemäß müßte alſo die Temperaturerhöhung, die durch Reiben und Stoßen bewirkt werde, nur auf eine der drey folgenden Arten entſtehen können: a. entweder dadurch, daß Reiben die Körper fähig machte, das umgebende Sauerſtoffgas zu zerſetzen, da dann, beym Freywerden des Wärmeſtoffs, der Sauerſtoff ſich mit den Körpern, die gerieben würden, verbinden müßte, b. oder dadurch, daß das Reiben und Stoßen in den Körpern eine Verminderung ihrer Capacität bewirkte:

c.

c. oder dadurch, daß das Reiben die Körper in den Stand ſetzte, Wärmeſtoff aus den benachbarten Körpern an ſich zu ziehen.

Um zu ſehen, ob die Temperaturerhöhung durch Reiben beſtändig auf eine dieſer drey Arten, welche nach dem Syſtem der Materialität der Wärme allein denkbar ſind, entſtehe, ſtellte Davy folgende Verſuche an:

Zwey Parallelepipeda von Eis an ſtarken Eiſenſtäben befeſtigt wurden bey einer Temperatur von 29° Fahrenh. einige Minuten lang ſo an einander gerieben, daß kein anderer Theil des Apparats Reibung erlitt. Die Eisſtücken ſchmolzen bald an der ſich reibenden Oberfläche zu Waſſer, deſſen Temperatur 35° war, nachdem es einige Minuten in niedrigerer Temperatur geſtanden hatte. Hieraus erhellt, daß ſich das Eis in Waſſer verwandele, ungeachtet, der Theorie nach, die Capacität deſſelben hätte vermindert werden ſollen. Bekanntlich ſey aber die Capacität des Waſſers zur Wärme größer, als die des Eiſes, welches einer abſoluten Wärme bedürfe, um in Waſſer überzugehen. Die Friktion vermindere alſo nicht die Capacität der Körper für die Wärme. Auch ſey aus dieſem Verſuche klar, daß die durch Reibung bewirkte Temperaturerhöhung nicht aus der Zerſetzung des Sauerſtoffgas entſtehen könne, weil das Eis keine Verwandtſchaft zum Sauerſtoff habe.

Ferner wurde im luftleeren Raume ein Uhrwerk in Bewegung geſetzt, mittelſt deſſen ſich ein metallenes Rad an einer dünnen Metallplatte rieb. Dabey war eine beträchtliche Wärmeentwickelung bemerkbar. Hierauf wurde der Apparat unter einem Recipienten voll kohlen-

kohlenſaures Gas, in welchem ſich zugleich äzendes Kali befand, auf die Luſtpumpe auf eine Eisſcheibe geſetzt, längs deren Rande ſich eine kleine Vertiefung voll Waſſer befand, und durch Auspumpen und Abſorption des letzten Rückſtandes ein, allem Vermuthen nach, vollkommen luftleerer Raum hervorgebracht. Als darauf das Uhrwerk in Bewegung geſetzt wurde, entſtand offenbar eine Temperaturerhöhung, die ſich dadurch zeigte, daß Wachs ſchmolz. Die Temperatur des Eiſes und der Atmoſphäre war beym Anfange des Verſuchs 32° Fahrenh. und eben ſo hoch zu Ende des Verſuchs. Nur die Temperatur des kälteſten Theils des Apparats war während des Verſuchs von 32° bis nahe 38° geſtiegen, ſo daß die Friktion die Temperatur der verſchiedenen Theile des Apparats um etwa 1° erhöht, und zugleich 18 Gran Wachs geſchmolzen hatte. Hier wurde alſo durch das Reiben freyer Wärmeſtoff angehäuft, welcher von den Körpern hätte herkommen müſſen, die mit der Maſchine in Berührung ſtanden. Eis war aber in dieſem Verſuche der einzige Körper, der den ganzen Apparat berührte; und hätte dieß die entwickelte Wärme hergegeben, ſo würde das Waſſer, das ſich am Rande des Eiſes befand, haben frieren müſſen. Da dieß nicht der Fall war, ſo konnte der Wärmeſtoff von keinem der Körper hergekommen ſeyn, die mit der Eisſcheibe in Berührung ſtanden; denn ſonſt hätte er, um zum Apparate zu gelangen, durch das Eis dringen und es flüſſig machen müſſen.

Da nun in dieſen beyden Verſuchen die erzeugte Wärme weder durch Capacitätsverminderung, noch durch Zerſetzung des Sauerſtoffgas, noch durch Zuleitung von andern Körpern entſtehen konnte, und ſie

auf

auf eine dieſer drey Arten hervorgebracht werden müßte, wenn ſie ein beſonderer Stoff wäre; ſo ſey mit Recht zu ſchließen, daß kein Wärmeſtoff exiſtire, und daß die Erſcheinungen der Wärme von einer beſondern Bewegung der Körpertheilchen herrühren.

Herr Davy ſtellt nun folgende Theorie der Wärme auf. Alle feſte Körper werden durch langes und heftiges Reiben ausgedehnt, und wenn ihre Temperatur höher als die unſers Körpers wird, afficiren ſie unſere Gefühlsorgane durch die Empfindung der Wärme. Beym Expandiren entfernen ſich die Theile der Körper von einander, werden mithin in Bewegung geſetzt; und da ſich auch das Reiben und Stoßen ohne Bewirkung einer Bewegung und Erſchütterung der Körpertheilchen nicht denken laſſen: ſo dürften wir allerdings ſchließen, daß dieſe Bewegung die Wärme ſelbſt, oder die repulſive Kraft ſey.

Die Wärme alſo, oder die Kraft, welche die unmittelbare Berührung der kleinſten Theile der Körper verhindert, und in uns die Empfindung der Kälte und Wärme hervorbringt, ſey demnach nichts anders, als eine eigene Art von Bewegung, wahrſcheinlich eine Vibration der kleinſten Theile der Körper, wodurch dieſe von einander entfernt werden. Wir könnten ſie daher die repulſive Bewegung nennen.

Die Wirkung der repulſiven Kraft auf die Körpertheilchen ſetze eine Wirkung der attraktiven Kraft voraus. Die attraktive Kraft, oder die Attraktion, ſey eine zuſammengeſetzte Wirkung der Cohäſion, der Gravitation und des Drucks, welcher durch die Gravitation der umgebenden Subſtanzen hervorgebracht werde. Die abſtoßende Kraft, oder die Repulſion, ſey ein

ein mitgetheilter Impuls, der die Körpertheilchen durch Bewegung oder Schwingung von einander entferne, und der durch Reiben und Stoßen hervorgebracht, oder richtiger, vermehrt werden könne. Die Attraktion ſey der Centripetalkraft, und die Repulſion und repulſive Bewegung der planetariſchen Centrifugalkraft vollkommen analog.

Die verſchiedenen Aggregatzuſtände der Körper hingen von dem verſchiedenen quantitativen Verhältniſſe der auf ſie wirkenden Attraktion und Repulſion ab. Je nachdem die Attraktion überwiegend ſey, oder beyde gleich ſeyen, oder die Repulſion vorwalte, ſey der Körper im Zuſtande der Feſtigkeit, oder der tropfbaren Flüſſigkeit, oder des Gas. Noch gebe es einen Aggregatzuſtand, der bisher unbemerkt geblieben ſey, und in dem ſich nur Ein bekannter Stoff, nämlich das Licht, befinde. In dieſem Zuſtande prädominire die Repulſion ſo ſehr über die Attraktion, daß ſich die Theilchen mit der größten Schnelligkeit und ins Unendliche von einander trennten, und die Gravitation ſehr wenig auf ſie zu wirken ſcheine. Dieſer Zuſtand könnte die repulſive Projektion genannt werden.

Außerdem ſchienen verſchiedene in einem Zuſtande der Aggregation befindliche Körper in Rückſicht des Verhältniſſes ihrer Kräfte, durch die ſie conſtituirt würden, verſchieden zu ſeyn, und dieß bewirke die Verſchiedenheit des ſpecifiſchen Gewichts der einzelnen feſten, flüſſigen und gasartigen Körper unter einander.

Die Veränderung und der Uebergang eines Aggregatzuſtandes in einen andern beſtehe hiernach darin, daß das bisher in einem Körper obwaltende Verhältniß dieſer beyden Grundkräfte in ein anderes umgeän-

geändert werde. Expanſion und Contraction ſeyen die Merkmale der zunehmenden Repulſion oder Attraction.

Die repulſive Bewegung könne in den Körpern auf dreyerley Art erregt werden: a. durch Reiben und Stoßen. In dieſem Falle verwandele ſich die mecha- niſche Bewegung, welche die Maſſen bey ihrem An- einanderreiben verlieren, in abſtoßende Bewegung ihrer Theilchen; b. durch die Bewegung chemiſcher Ver- bindungen und Zerſetzungen, und c. durch Mittheilung repulſiver Bewegungen von benachbarten Körpern.

Die Eigenſchaft der Körper, repulſive Bewegung mitzutheilen oder zu empfangen, heiße Temperatur. Sie werde hoch genannt, wenn der Körper repulſive Bewegung mittheile; niedrig, wenn er welche em- pfange. Die Kraft, repulſive Bewegung mitzuthei- len und anzunehmen, ſey, ſo wie die Geſchwindigkeit der Annahme und Mittheilung, in den Körpern und ihren verſchiedenen Aggregatzuſtänden verſchieden, und richte ſich, ſo viel wir wüßten, nicht nach den abſoluten Quantitäten der in ihnen enthaltenen repulſiven Bewe- gung, ſondern nach ihrer beſondern uns bekannten ato- miſtiſchen Conſtruction. Da die Neigung, abſtoßende Bewegung mitzutheilen, durch eine Vermehrung der- ſelben verſtärkt, und durch jede Verminderung ge- ſchwächt werde, ſo beſtimme das Maaß der Tempera- tur durch Ausdehnung und Zuſammenziehung auch das relative Verhältniß der repulſiven Bewegung.

Die Temperaturen der verſchiedenen Körper, oder ihre Neigungen, repulſive Bewegungen mitzutheilen und zu empfangen, werden durch den Zuſatz und durch die Erhitzung gleicher Quantitäten repulſiver Bewe- gung verſchiedentlich vermehrt und vermindert. Die

Eigen-

Eigenthümlichkeit, mit der ſie ſich von einander unterſcheiden, nannten die Caloriſten Capacität für Wärme. Schicklicher könnte man ſie Temperaturfähigkeit nennen, weil ſie ſich nicht auf die abſoluten Quantitäten repulſiver Bewegung, die ſie aufnehmen könnten, ſondern nur auf die Temperatur beziehe. Alle Körper ſeyen irgend einer Vermehrung der repulſiven Bewegung fähig: aber ihre Temperaturen würden dadurch verſchiedentlich erhöht, d. h. ſie hätten eine verſchiedene Temperaturfähigkeit. Derjenige Körper habe die geringſte Temperaturfähigkeit, der die größte Capacität für die repulſive Bewegung beſitze, und ſo umgekehrt.

Die Temperaturfähigkeit werde durch Vermehrung der repulſiven Kraft vermindert, und durch Verminderung derſelben vermehrt, daher ſie im feſten Zuſtande eines Körpers größer, als in ſeinem flüſſigen, und am ſchwächſten in ſeinem gasförmigen Zuſtande ſey. Sie hänge zugleich von dem Drucke ab, unter welchem ſich die Körper befänden, und werde durch Druck vermehrt, durch Aufhebung deſſelben vermindert. Im erſten Falle werde die Temperatur erhöht, im letztern erniedrigt. Auch werde die Temperaturfähigkeit durch chemiſche Verbindung vermehrt und vermindert; im erſtern Falle ſey die Temperatur des Produkts größer, als die der einzelnen conſtituirenden Beſtandtheile, im letztern geringer.

Wenn Körper ſich repulſive Bewegung mittheilten, ſo ſey die Bewegung, welche der eine gewinne oder verliere, genau der gleich, welche der andere verliere oder gewinne.

Zwey der Quantität und Qualität nach gleiche Körper erhielten bey der Berührung durch die Ver-

theilung der repulſiven Bewegung eine gemeinſchaftliche Temperatur; die mitgetheilte repulſive Bewegung vertheile ſich folglich unter ſie nach dem Verhältniſſe ihrer verſchiedenen Quantitäten.

Zwey Körper von verſchiedener Temperaturfähigkeit und verſchiedener Temperatur empfingen bey ihrer Berührung ebenfalls eine gemeinſchaftliche Temperatur. Hier richte ſich aber die repulſive Bewegung nach dem zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Quantitäten ihres materiellen Stoffs und ihrer verſchiedenen Temperaturfähigkeiten.

Da es keinen Wärmeſtoff gebe, ſo ſollte auch der Nahme Gas im Sinne der neuern Nomenklatur, eben ſo wie das Wort Calorique, aus der Chemie verbannt werden, weil 1. die Körper beym Uebergange aus dem feſten in den flüſſigen Zuſtand keine weſentliche Veränderung erleiden: alſo könne keine neue chemiſche Verbindung angedeutet werden; 2. alle Körper ſeyen, ohne Rückſicht auf ihren Zuſtand, in der neuen Nomenklatur mit ihrem eigenthümlichen Nahmen belegt worden: man habe nicht die Nahmen feſtes Gold, flüſſiges Gold u. ſ. w. wie Sauerſtoffgas u. ſ. w. eingeführt; 3. da alle Gasarten ſich in der gewöhnlichen Temperatur gasförmig erhalten, ſo würden die Nahmen, ohne Zuſatz: Gas, hinreichen. Einfache Subſtanzen ſollte man durch eigenthümliche, ihre Natur bezeichnende Nahmen, zuſammengeſetzte hingegen durch ſolche Nahmen unterſcheiden, die von ihren Beſtandtheilen entlehnt ſeyen.

Zuletzt erklärt Davy die Exploſion bey Verpuffungen durch die große Vermehrung der repulſiven Bewegung mittelſt der ſchnell trennenden und verbindenden

den chemiſchen Bewegungen, die bey dergleichen Prozeſſen obwalten. Das donnernde Geräuſch derſelben ſchreibt er der Bewegung zu, die in der Atmoſphäre durch das ſchnelle Verdrängen einer eben ſo großen Luftmaſſe, als die iſt, die im Prozeſſr erzeugt wurde, veranlaßt wird. Die Hypotheſe der Caloriſten über das Verpuffen ſey eine ihrer abſurdeſten. Denn da nach ihrer Theorie das Freywerden des Wärmeſtoffs aus Körpern in chemiſchen Prozeſſen durch eine Verminderung ihrer Capacitäten entſtehe, ſo würde daraus folgen, daß, weil der Salpeter verpuffen könne, die Wärmecapacitäten des Kali, des Azotes und der Kohlenſäure viel geringer ſeyn müßten, als in der Kohle und dem Salpeter. Dieß ſey aber völlig falſch, da er durch Verſuche gefunden habe, daß die vermeinte Capacität des Salpeters und der Kohle viel geringer iſt, als die der Kohlenſäure, oder die des Azotes einzeln für ſich genommen.

William Henry zu Mancheſter hat nicht allein gegen Davy's Darſtellung ſeiner Gründe für die Immaterialität der Wärme ſehr gegründete Einwendungen gemacht, ſondern auch des Grafen von Rumford Behauptung von der Immaterialität derſelben ſehr gründlich widerlegt. Nimmt man an, ſagt er, daß es eine Wärmematerie gibt, und daß die Temperatur eines Körpers auf der Gegenwart nicht gebundenen Wärmeſtoffs beruht: ſo muß bey einer Temperaturerhöhung der freye Wärmeſtoff, den er bewirkt, entweder von den umgebenden Körpern mitgetheilt werden, oder er muß aus einer innern Wärmequelle herrühren, d. h. aus einem Körper entbunden werden, in welchem er zuvor latent oder gebunden war. Nun wird aber durch Reiben und Schlagen die Temperatur

der Körper ſtets erhöht. Läßt ſich dieß wirklich aus keiner der beyden Urſachen erklären?

1. Daß den geriebenen Körpern keine Wärme durch Mittheilung zugeführt werde, ſchließt Davy daraus, daß in einem ſeiner Verſuche eine dünne Metallplatte durch Reiben erwärmt wurde, ungeachtet ſie in einem völlig luftleeren Raum auf einer Eisſcheibe ſtand, und dadurch von allen Körpern iſolirt war, die vermögend geweſen wären, ihr Wärmeſtoff zuzuführen.

Allein die Iſolirung des Apparats in ſeinem Verſuche war nichts weniger, als eine vollkommene. Nach Rumford's Verſuchen iſt ſelbſt die torricelliſche Leere ein Wärmeleiter. Erzeugt daher Reibung in Körpern eine Veränderung, welche ſie fähig macht, aus den umgebenden Körpern Wärmeſtoff an ſich zu ziehen, ſo wird dieſe Anziehung im luftleeren Raume eben ſowohl als in der Luft vor ſich gehen, und zwar nach dem Verhältniſſe beyder für Wärme, d. i. 702 : 1000.

In des Grafen Rumford Verſuchen über die Wärmeerzeugung durch Reibung war das Metall, das gerieben wurde, ringsum mit Waſſer umgeben, und alle Luft aufs ſorgfältigſte davon abgehalten. Und doch kam das Waſſer zum Kochen, und wurde lange Zeit über im Kochen erhalten. Der einzige Körper, der in dieſem Falle Wärme durch Mittheilung zuführen konnte, war der Bohrer; wenn es anders richtig iſt, daß das Waſſer ein vollkommener Nichtleiter der Wärme iſt, wie von Rumford behauptet.

Daß es übrigens ungereimt ſey, anzunehmen, ein Körper könne in demſelben Zuſtande Wärme anziehen

ziehen und auch hergeben, könne man nicht abſehen. Wir hätten ein ähnliches Beyſpiel von gleichzeitigem Einlaſſen und Austreiben eines feinen materiellen Fluidums bey der Elektriſirmaſchine, welche zugleich elektriſche Materie von außen erhalte, und auf benachbarte Leiter verpflanze. Auch in glühenden Körpern finde vielleicht in demſelben Augenblicke Abſorption und Deradiation des Lichts ſtatt.

2. Daß die Temperaturerhöhung geriebener Körper nicht daher rühren könne, daß aus ihnen gebundener Wärmeſtoff frey werde, ſchließe man daraus, weil ſonſt die abſolute Menge von Wärmeſtoff in einem Körper durch Reibung vermindert werden müſſe, wogegen der erſte Verſuch Davy's und ein Verſuch des Grafen von Rumford ſprächen. Da zwey Eisſtücke, die Davy an einander rieb, ſchmolzen, und Waſſer mehr Wärmeſtoff enthält, als das Eis, woraus es entſteht: ſo war hier durch das Reiben die abſolute Wärmemenge im Eiſe vermehrt worden, gegen die Hypotheſe. Graf von Rumford zeige ebenfalls durch Verſuche, daß die ſpecifiſche Wärme des Metalls nicht abnehme, wenn es durch das Reiben an den Bohrer in Späne verwandelt werde, wobey es viel Wärme hergebe.

Daß in dieſen Verſuchen Davy's und des Grafen von Rumford die Wärme nicht von außen mitgetheilt ſey, laſſe ſich nicht behaupten, ſo lange nicht die Unmöglichkeit einer Mittheilung von Wärme ganz außer Streit geſetzt ſey. Indeſſen auch hiervon abgeſehen, ſo ſeyen beyde Verſuche nur dann überzeugend, wenn ſich die Wärmemenge in Körpern vor und nach dem Reiben genau mit einander vergleichen laſſe. Allein es ſey ſehr zu bezweifeln, daß wir dazu ſchon weit

genug in der Wärmelehre vorgeſchritten ſeyen. Beſonders habe ihm die Beſtimmung des Verhältniſſes der latenten Wärme in Körpern immer verdächtig geſchienen, und er halte alle Gründe gegen die Materialität der Wärme, die aus angeblichen Beſtimmungen dieſes Verhältniſſes hergenommen ſind, für völlig unzureichend.

Wärmeſtoff laſſe ſich weder wägen, noch dem Volumen nach beſtimmen. Wir könnten daher die Wärmemengen nur aus andern Wirkungen, ſo fern dieſe ihren Urſachen proportional ſind, meſſen, und zwar diene uns dazu in der Regel die Ausdehnung der Körper durch die Wärme, auf der alle unſere Wärmemeſſer beruhten. Dieſe ſeyen aber noch ſehr mangelhaft, da ſie 1. nur die Wärme, welche ſie ſelbſt angenommen hätten, und nicht die der umgebenden Körper anzeigten; 2. eine willkührliche Skale hätten, die vom abſoluten Nullpunkte bis zum Maximum der Wärme ginge; 3. von der latenten oder chemiſch gebundenen Wärme nicht afficirt würden; und 4. ſchwerlich in ihrer Ausdehnung der wirklichen Wärmezunahme durchgehends, ſo wie nach Crawford's Verſuchen das Queckſilberthermometer zwiſchen dem Froſt- und Siedpunkte, proportional ſind.

Man nehme an, daß ungleichartige Körper in gleichen Maſſen nicht gleich viel Wärmeſtoff enthielten, und ſuche das Verhältniß beyder Wärmemengen aus der Temperatur aufzufinden, zu welcher gleiche Maſſen von verſchiedener Temperatur, die man mit einander vermiſche, gelangten. Dieſe Annahme ſey aber offenbar willkührlich, da es ſich mit eben ſo viel, ja noch mit mehr Recht annehmen laſſe, daß eine Maſſe, welche bey gleicher Temperatur mit einer andern weniger

ger latente Wärme, als dieſe, enthalte, bey gleichen hinzugefügten Wärmemengen eben deshalb mehr Wärme, als dieſe, binde, wie denn z. B. manche trockene Salze mehr Feuchtigkeit, als andere Salze, die mehr Kryſtalliſationswaſſer enthalten, aus der Luft anziehen. Die gewöhnliche Methode, die ſpecifiſche Wärme der Körper zu beſtimmen, beruhe daher auf eine Annahme, die kein ſicheres Datum, ſondern erſt noch zu erweiſen ſey.

Sey dieſe Methode nicht gehörig begründet, ſo ſeyen es eben ſo wenig die Folgerungen, die man aus ihr gezogen habe. Wenn daher Crawford daraus, daß die Capacität des Eiſes für die Wärme um $\frac{1}{10}$ kleiner als die Wärmecapacität des Waſſers ſey, und daß Eis beym Schmelzen 146° Wärme binde, ſchließe, der Punkt abſoluter Kälte liege 1460° Fahrenh. unter dem natürlichen Froſtpunkte, ſo ſey dieſe Beſtimmung unzuläſſig und ohne Grund. Ueberdieß wäre die Frage, ob dieſes bloß das abſolute Null der freyen, oder auch der latenten Wärme ſeyn ſolle.

Auf dieſe Art hat Henry die Gründe widerlegt, mit denen Davy und von Rumford die Immaterialität der Wärme beweiſen wollten.

Hiernächſt führt nun auch Henry die Gründe an, welche ihm die Materialität des Wärmeſtoffs wahrſcheinlich machen. Der Wärmeſtoff nimmt einen Raum ein, und iſt ausgedehnt, denn er erweitert den Raum anderer Körper. Dieſes könnte nicht geſchehen, wäre er nicht auch undurchdringlich. Daß er ſchwer ſey, habe man noch durch keine Verſuche darzuthun vermocht; dieſes ſey aber auch alles, was aus den hieher gehörigen Verſuchen Büſſon's, White-

horſt's, Fordyce's, Pictet's und Graf von Rumford's folge. Gerade ſo ſey das Licht unwägbar, ohne daß man deshalb demſelben die Materialität abſpreche. Dagegen ſcheine der Wärmeſtoff chemiſchen Anziehungen unterworfen zu ſeyn. Ließe ſich das außer Zweifel ſetzen, ſo hätten wir ein wichtiges Argument für die Materialität des Wärmeſtoffs. Daß aber chemiſche Verwandtſchaften an den Phänomenen der Wärme großen Antheil haben, ſchließt Henry aus folgendem. Alle characteriſtiſche Kennzeichen einer freyen Wärme verſchwinden, ſobald durch ihr Formänderungen in andern Körpern hervorgebracht werden; zugleich ſind die Eigenſchaften der ſo veränderten Körper weſentlich verändert. Dieſes ſey aber das einzige unzweydeutige Merkmal, daß wir überhaupt für den Wärmeſtoff chemiſche Vereinigung und Spiel chemiſcher Verwandtſchaften hätten. Hiebey ſcheine wahre Wahlverwandtſchaft ſtatt zu finden. Werden z. B. einige Metalloxyde in hohe Hitze gebracht, ſo verbindet ſich der Wärmeſtoff lediglich mit dem einen Beſtandtheile dieſer Oxyde, und ſcheidet ihn ab. Bey mehreren Verbindungen zweyer Stoffe wird Wärmeſtoff ausgeſchieden, bey andern verſchluckt, je nachdem die Stoffe verbunden den Wärmeſtoff ſchwächer, als einzeln, anziehen. In manchen Fällen wirkt der Wärmeſtoff mit zu Trennungen durch doppelte Wahlverwandtſchaften, wie z. B. bey der Zerſetzung des Waſſers durch Eiſen, und der kohlenſauren Alkalien durch eine Säure. Auch ſcheint der Wärmeſtoff manchmal als Aneignungsmittel zwiſchen Stoffen zu wirken, die ohne Wärme nicht vereinbar ſind, z. B. zwiſchen Sauerſtoff und Kohlenſtoff, die ſich nur in hohen, nie in niedern Temperaturen zu kohlenſaurem Gas verbinden.

In

In Crawford's Theorie werde den Verwandtſchaften des Wärmeſtoffs kein Einfluß auf die Phänomene der Wärme eingeräumt; er behaupte ausdrücklich, die Elementarwärme ſey unfähig, ſich mit andern Körpern chemiſch zu verbinden. Capacität für Wärme iſt daher nach Crawford's Sinn von Verwandtſchaft des Wärmeſtoffs verſchieden. In den Anwendungen, welche Crawford und Andere von jenem Begriffe gemacht haben, nehmen ſie Capacität im gewöhnlichen Sinne; und iſt dieß der Fall, ſo ſetzt Verſchiedenheit von Wärmecapacität Verſchiedenheit in der Größe der Zwiſchenräume zwiſchen den kleinſten Körpertheilchen voraus, und daß hierauf die Unterſchiede beruhen, die wir in dem Aufnehmen und Mittheilen von Wärme in den verſchiedenen Körpern bemerken. Nach dieſer Theorie ſind die Körpertheilchen ſelbſt ohne Kraft, und haben kein Vermögen, den Wärmeſtoff um ſich zu häufen und zu feſſeln; aber eben deshalb ſcheint ſie Herrn Henry nicht hinzureichen, alle Erſcheinungen der Wärme genügend zu erklären.

Nach der Capacitätslehre gehe in manchen Fällen die Formänderung eines Stoffs der Abſorption von Wärmeſtoff vorher. Wenn z. B. bey Aufhebung des Luftdrucks der Aether die Gasgeſtalt annimmt, ſo wird nach dieſer Hypotheſe die Capacität des Aethers dadurch, daß er ſich volatiſirt, erhöht, und deshalb Wärmeſtoff abſorbirt. Dieſe Anſicht des Phänomens widerſpreche aber geradezu einem ausgemachten Grundſatze, daß nämlich alle flüſſige Körper, während ihres Uebergangs in Dampfgeſtalt, Wärmeſtoff abſorbiren. Ein Thermometer, das unter dem Recipienten der Luftpumpe in den Aether geſetzt wird,

ſinkt

ſinkt während des Auspumpens allmählig, indeß die Verdunſtung ſichtlich ſchwächer wird, und zuletzt noch kaum wahrzunehmen iſt. Daraus läßt ſich vermuthen, daß die Verflüchtigung des Aethers, wenn die Temperatur bis auf einen gewiſſen Punkt abgenommen hat, gänzlich aufhören würde, könnte man die Mittheilung von Wärmeſtoff aus den umgebenden Körpern gänzlich verhindern. Nach der Theorie der Capacitäten müßte dagegen die Verdunſtung zuletzt eben ſo ſchnell, als zu Anfange, vor ſich gehen, und ganz unabhängig von der Temperatur ſeyn, welches, wie bekannt, gegen alle Erfahrung iſt.

Aus dieſen Gründen ſey es vielmehr wahrſcheinlich, daß das Beſtreben des Aethers, die Gasform anzunehmen, auf ſeiner chemiſchen Verwandtſchaft zum Wärmeſtoffe beruhe. Druck verhindere die Expanſion, wirke dadurch der chemiſchen Verwandtſchaft entgegen, und könne, ſey er ſtark genug, den Erfolg der Verwandtſchaft eben ſowohl, als es von der Cohärenz bekannt ſey, gänzlich zurückhalten.

Und ſo kämen alſo der Urſache der Wärme alle Eigenſchaften der Materie, bis auf die Schwere, zu; weshalb wir ſie billig für eine Materie eigenthümlicher Art halten.

In Anſehung der Unterſchiede der Phänomene der Wärme von den bekannten Phänomenen der Bewegung begnügt ſich Henry, nur einen der auffallendſten und entſcheidendſten anzuführen. Bewegung ſey ein Attribut der Materie, und könne nicht ohne Materie in der Natur vorhanden ſeyn. Nun aber gehe, nach Rumford's Verſuchen, die Wärme durch die torricelliſche Leere hindurch, in welcher nichts vorhanden

den ſey, was Bewegung fortpflanzen könne. Dieſer Verſuch ſcheine ihm daher entſcheidend darzuthun, daß Wärme unabhängig von aller andern Materie, mithin auch von aller Bewegung, exiſtiren könne — daß folglich Wärme ſelbſt körperlich und eine Materie beſonderer Art ſey.

Zu dieſen Bemerkungen des Herrn Henry füge ich noch folgendes wenige hinzu: In unſerer äußern Sinnenwelt iſt Kraft und Materie unzertrennlich mit einander verbunden; Kraft ohne Materie iſt ein Unding. Sollte alſo Wärme nach Herrn Scherers und Anderer Meynung bloß repulſive Kraft ſeyn, ſo könnte da keine Wärme anzutreffen ſeyn, wo keine Materie wäre. Ueberdem iſt nach der dynamiſchen Phyſik die repulſive Kraft der Materie bloß Flächenkraft, mithin nicht, wie die anziehende Kraft, durchdringend, und auf andere Materie auch in der Entfernung unmittelbar wirkend. Nun wirkt aber die Wärme durch den leeren Raum; alſo iſt es entſcheidend, daß ſie eine Materie eigener Art ſeyn muß.

Thieriſche Wärme.

Der Gedanke, daß die thieriſche Wärme mit dem Athmen in einer genauen Verbindung ſtehe, hat ſich durch neuere Entdeckungen aufs vollkommenſte beſtätigt. Schon D. Black gründete ſeine Theorie der thieriſchen Wärme auf die Reſpiration. Endlich entdeckte D. Prieſtley im Jahre 1774., daß die ausgeathmete Luft unter die phlogiſtiſirten Gasarten gehöre, und zog daraus den Schluß, daß das Athmen das Brennbare aus dem Körper ausführe. Dagegen meinte Scheele faſt zu gleicher Zeit, wahrgenommen

men zu haben, daß die Luft Brennbares in den Körper bringe.

Um eben dieſe Zeit lehrte auch D. Leslie[y]) eine Theorie der thieriſchen Wärme, welche nach ſeiner Ausſage von dem D. Duncan herrühren ſoll. Vermöge dieſer Theorie ſoll die Wirkung der Blutgefäße aus allen Theilen des thieriſchen Körpers allmählich Brennbares entwickeln, und eben hierdurch Wärme hervorbringen. Sein hauptſächlichſter Grund iſt dieſer, daß das Brennbare einen Hauptbeſtandtheil aller Nahrungsmittel, im Blute unſtreitig vorhanden, und die Urſache der Farbe deſſelben, ſo wie der Farbe und des Geſchmacks der Galle ſey; daß der Nahrungsſaft eine rothe Farbe erhalte, ſobald er nur kurze Zeit der Wirkung der Blutgefäße ausgeſetzt geweſen ſey u. ſ. w. Zuletzt ſucht er den von Blagden angenommenen Satz, daß im thieriſchen Körper eine Kraft liegen müſſe, das Uebermaaß der Wärme bey hohem Grade der Hitze zu zerſtören, oder Kälte hervorzubringen, zu widerlegen, und leitet vielmehr die Beſtändigkeit der innern Wärme bey den Veränderungen der äußern Temperatur von der kälteerzeugenden Wirkung der verſtärkten Ausdünſtung in der Hitze, und von dem Reitz und der toniſchen Wirkung der Luft auf die Fibern in der Kälte her.

Eine andere Theorie der thieriſchen Wärme ſtellte Crawford[z]) auf, welche er vorzüglich auf die nicht längſt gemachten Entdeckungen der latenten Wärme grün-

y) A philoſophical Inquiry into the cauſe of animal Aeat. Lond. and Edinb. 1778. 8.

z) Experiment. and obſervat. on animal Aeat &c. Lond. 1778. 8. 1788. 8. überſetzt durch Veranſtalt. des Herrn v. Crell. Leipz. 1789. 8.

gründete, und daher beynahe allgemeinen Beyfall erhielt, beſonders da er ſie mit eigenen Erfahrungen zu unterſtützen ſuchte. Aus ſeinen Verſuchen über die comparativen Wärmen der Nahrungsmittel, des Bluts und der Gasarten zog er die Folge, daß die meiſten Nahrungsmittel weniger Capacität für die Wärme beſitzen, als das aus ihnen entſtandene arterióſe Blut; daß im Gegentheil die eingeathmete reſpirable Luft mehr Capacität für Wärme habe, als die ausgeathmete. Dadurch kam er auf den Gedanken, daß das Blut beym Athemholen Wärme aus der Luft in ſich nehme. In der neuern Ausgabe ſeines Werks hat er ſeine vormaligen Gedanken hier und da beträchtlich abgeändert, und ſie mehr nach den Vorſtellungen der Antiphlogiſtiker auszudrücken geſucht. Das Weſentlichſte ſeiner Theorie in Abſicht der thieriſchen Wärme beſteht nach dieſer Ausgabe kürzlich in folgendem:

Die reſpirable Luft erleidet in den Lungen eine Aenderung, wodurch die Menge ihrer abſoluten Wärme faſt in eben dem Verhältniſſe vermindert wird, in welchem ihr Vermögen zur Erhaltung des thieriſchen Körpers abnimmt. Dieſe Veränderung erfolgt durch Verbindung der dephlogiſtiſirten Luft mit dem Phlogiſton, das aus dem Blute geſchieden wird, und beſteht darin, daß beynahe $\frac{1}{6}$ der reinen Luft in Waſſerdampf, und das übrige in fixe Luft verwandelt wird. Da nun die comparative Wärme der dephlogiſtiſirten Luft $4\frac{3}{4}$, die des Waſſerdampfs und der fixen Luft aber nur $1\frac{1}{2}$ und $1\frac{1}{20}$ iſt, ſo folgt, daß die ausgeathmete Luft kaum $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ von derjenigen Wärme behalte, welche ſie vor dem Einathmen enthielt, daß ſie folglich den größten Theil der Wärme in den Lungen zurücklaſſe. Bey einem Verſuche mit dem arterióſen und venö-

venöſen Blute, wovon jenes aus der Carotis, dieſes aus der Droſſelader eines Schafes abgezapft war, fand Crawford die comparative Wärme beyder im Verhältniſſe 23 : 20, und bey mehreren Verſuchen mit dem Blute vom Hunde im Verhältniſſe 114 : 110. Da alſo hiernach dasjenige Blut, welches aus der Lungenblutader zum Herzen zurückſtrömt, eine größere Capacität hat, folglich auch eine größere Menge von abſoluter Wärme in ſich faßt, ſo muß es beym Durchgange durch die Lungen Wärme aufnehmen, und dieſe iſt eben diejenige, welche die Lunge aus der eingeathmeten Luft erhielt, und welche daher aus der Luft in das Blut gebracht wird. Uebrigens nimmt Crawford an, daß die Capacität der Körper für die Wärme durch die Verbindung mit Phlogiſton vermindert, durch den Verluſt deſſelben hingegen vermehrt werde, wiewohl er in der neuern Ausgabe ſeines Werks ſich mehr folgender Ausdrücke bedient: daß die Capacität derjenigen Körper, in welchen man Phlogiſton annehme, durch die Operation des Verkalkens, Verbrennens u. ſ. f. vergrößert werde. Hiernach würde alſo die Entſtehung der thieriſchen Wärme von dem chemiſchen Prozeſſe abhängen. Nämlich die reine Luft, die eine große Menge Wärme enthält, wird von der Lunge aufgenommen, zu gleicher Zeit kommt das Blut aus den äußerſten Enden der Gefäße mit dem Phlogiſton verſehen zurück; dieſes verläßt das Blut, um ſich mit der Luft zu verbinden, hierdurch wird aber die Capacität derſelben für die Wärme geringer, mithin wird der größte Theil ihrer Wärme in den Lungen abgeſetzt, den das Blut in ſich nimmt. Das arterióſe Blut wird nun bey ſeinem Durchgange durch die Haarröhrchen wieder mit dem Phlogiſton angeſchwängert, mithin ſeine Capacität für Wärme vermindert.

Daher

Daher muß das Blut bey der Circulation diejenige Wärme, die es in der Lunge aufnahm, nach und nach wieder abſetzen, und den Theilen des Körpers abgeben. Sonſt erklärt Crawford die Beſtändigkeit des Wärmegrades im thieriſchen Körper faſt eben ſo wie Leslie.

So großen Beyfall auch Crawford's Syſtem anfänglich erhielt, ſo iſt es doch nachher mit wichtigen Gründen beſtritten, und zuletzt ſeine Vorausſetzungen durch unläugbare Thatſachen widerlegt worden. Einer der erſten, welche dieſe Theorie beſtritten, war Herr de Lüc. Auch Eduard Fryer [a]) hat wichtige Zweifel dagegen erhoben. Es iſt eine ausgemachte Wahrheit, daß alle diejenigen Verſuche ganz irrige Reſultate geben, bey welchen die mit einander vermengten Stoffe chemiſch auf einander wirken, wodurch ſich ihre Capacitäten während der Verſuche ändern. Weil dieß der Fall iſt, wenn mehligte Saamen, Fleiſch, Blut u. ſ. w. mit Waſſer vermiſcht werden, ſo laſſen ſich auch unmöglich die durch dergleichen Verſuche gefundenen Capacitäten und abſoluten Wärmen der Nahrungsmittel und des Bluts als richtig beſtimmt annehmen. In Anſehung der Gasarten ſind ihre Capacitäten durch ungemein geringe Veränderungen der Temperatur geſucht, welche nicht viel über $\frac{1}{10}$ Grad nach Fahrenh. ausmachen, und die ſo großen Abweichungen der neuern Beſtimmungen von den ältern ſind keine gute Vorbedeutungen für die Zuverläſſigkeit derſelben. Die Beſtimmung der Capacität

a) Diſſert. de vita animantium et vegetantium. Lugd. Batav. 1785. 8.

tät des Waſſerdampfs gründet ſich auf ein ſehr zuſammengeſetztes Verfahren, wobey es faſt unvermeidlich iſt, Fehler zu begehen.

Nachdem endlich die Hauptgründe des neuern chemiſchen Syſtems durch unläugbare Thatſachen eine große Feſtigkeit erhielten, und es außer Zweifel geſetzt wurde, daß beym Athemholen die ſich zeigende fixe Luft nicht durch die Verbindung der reinen Luft mit Phlogiſton entſtehe; ſo wurde man auch auf ganz andere Vorſtellungen von der Erzeugung der thieriſchen Wärme geleitet. Gren [b]), welcher Crawford's Theorie einer genauern Prüfung unterwarf, behauptete damals, daß die vorzüglichſte Urſache der thieriſchen Wärme in der Verdauung und den übrigen Miſchungsveränderungen der Säfte beym Kreislaufe und den Secretionen liege, weil auch in andern unzähligen Fällen, außer dem thieriſchen Körper, durch Auflöſungen, Miſchungen, Gährung organiſcher Stoffe u. ſ. f. Wärme entbunden werde. Nach ſeiner Meynung werde Derjenige der Kälte weit eher und länger widerſtehen, wer viele gut zu verdauende Speiſen zu ſich genommen hat, als wenn er bey leerem Magen noch ſo viel athmen, und die Wärmequelle in der eingeathmeten reinen Luft ſuchen will. Nach der Zeit aber hat er ſeine Meynung dahin abgeändert, daß er meint, durch das Einathmen der Luft werde der Sauerſtoff der Lebensluft mit dem Kohlenſtoffe des venöſen Bluts, und dagegen der Brennſtoff dieſes Bluts mit dem Wärmeſtoffe der Luft zur Wärme gebunden; nur ſey die Menge des Wärmeſtoffs zu geringe, um eine Wärme mit Licht, wie bey den Verbrennungen, zu erzeugen [c]).

Leop.

b) Journal der Phyſik. 1790. Heft II. S. 196. f.

c) Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. II. Halle 1797. 8. §. 1674.

Leop. Vacca Berlinghieri [d]) hat noch folgenden Einwurf gegen Crawford's Theorie erhoben. Die Capacität des Waſſerdampfs für die Wärme verhält ſich zu der des Waſſers wie 900 : 1, und die Capacität der atmoſphäriſchen Luft zu der des Waſſers wie 19 : 1; mithin iſt die Capacität des Waſſerdampfs gegen die der atmoſphäriſchen Luft wie 900 : 19 = 47 : 1. Wäre demnach in der ausgeathmeten Luft nur $\frac{1}{47}$ Waſſerdampf enthalten, ſo würde ſchon dazu die ganze Menge der abſoluten Wärme der vorher eingeathmeten Luft gehören, um dieſem Waſſerdampfe diejenige Temperatur zu ertheilen, welche die eingeathmete Luft vorher beſaß, und für die ausgeathmete Luft würde gar keine Wärme übrig bleiben, ſie müßte folglich ſo kalt ſeyn, daß ſie augenblicklich das Queckſilber zum Gefrieren brächte. Gleichwohl ſetzt ſie noch empfindbare Wärme ab, und der Waſſerdampf, deſſen Quantität weit über $\frac{1}{47}$ des Ganzen ſteigt, iſt mit Wärmeſtoff überladen, das Blut hat Wärme erhalten, ohne diejenige zu rechnen, welche durch die Ausdünſtung verloren geht. Hieraus läßt ſich alſo begreifen, daß die eingeathmete atmoſphäriſche Luft dieſe Wärmemenge nicht habe hergeben können. Dieſe Berechnung wird nach der Angabe der zweyten Auflage von Crawford's Werke noch auffallender, wo die Capacität der atmoſphäriſchen Luft nur 1,8, mithin das Verhältniß 900 : 1,8 = 500 : 1 iſt; woher es ſcheint, als ob der Waſſerdampf alle Wärme der eingeathmeten Luft verſchlucken müſſe, wenn er auch nur $\frac{1}{500}$ der ausgeathmeten betrüge.

Ueber

d) Eſame della teoria del calore del ideb. Ingleſe *Crawford*, con alcune congetture ſopra la mediſina materia. Piſa 1787. 4.

Ueber die Beſtimmung dieſer großen Angabe der Capacität hat Berlinghieri weiter keine Auskunft gegeben. Nach Crawford's eigenen Verſuchen und Berechnungen iſt ſie nur 1,55; daher würde jenes Reſultat hiernach gänzlich umgeſtoßen werden. Allein es muß auch hier noch die unmerkbare Wärme mit in Rechnung gebracht werden, welche zur Dampfbildung verwandt wird, und die unter die von Crawford angegebene Capacität für Wärme nicht mit begriffen iſt; denn auch dieſe muß nach der Crawfordſchen Theorie aus der atmoſphäriſchen Luft hergenommen werden. Nach Watt's Verſuchen beträgt aber dieſe verborgene Wärme ſo viel, daß ſie die Temperatur eines gleichen Gewichts Waſſer um 943 Grade des Fahrenh. Thermometers erhöhen könnte; daher allerdings Berlinghieri's Einwurf nicht ganz unwichtig zu ſeyn ſcheint.

Nach Ed. Rigby's [e]) Meynung entſteht die thieriſche Wärme zum Theil aus der atmoſphäriſchen Luft in den Lungen; hauptſächlich aber durch die Verdauung im Magen und im übrigen Speiſekanal aus den zerſetzten Nahrungsmitteln. Er bemerkt, daß beym Verdauen eben ſo die Wärme gebunden werde, als bey der Gährung, beym Keimen der Saamen, und andern chemiſchen Veränderungen der thieriſchen und vegetabiliſchen Stoffe. Daß in dem Magen eine vorzügliche Quelle der Wärme liege, beweiſet ſchon das Gefühl der Wärme in der Gegend deſſelben. Der Magen erzeuge die Wärme, durch die Haut gebe ſie wieder verloren; daher komme es, daß man im Sommer

e) Eſſay on the theory of the production of animal heat. Lond. 1785. 8.

mer oder in heißen Gegenden beſtändig weniger Nahrung zu ſich nehme, als im Winter oder in kalten Ländern; ſo wie die Eßluſt der arbeitenden und der freyen Luft ausgeſetzten Perſonen ſtärker ſey, und der Hunger durch die Kälte vermehrt werde. Im geſunden Zuſtande des Körpers herrſche ein Gleichgewicht zwiſchen Erſatz und Verluſt der Wärme; werde dieß geſtört, ſo entſtänden Krankheiten, z. B. Bleichſucht, Schwäche, Kälte, Zuſammenſchrumpfen von zu weniger Nahrung oder von Unfähigkeit zu verdauen, übermäßige Wärme, Neigung zum Fettwerden und zu Entzündungskrankheiten von zu vieler Nahrung bey guter Verdauung, und von unterdrückter Ausdünſtung. Ueberhaupt ſey eine Abſetzung der Hitze in Fett wahrſcheinlich, weil ein Theil der aus den Nahrungsmitteln entwickelten Wärme im gebundenen Zuſtande in die körperliche Subſtanz aufgenommen, und daraus ein organiſcher Theil gebildet werde, welcher als Fett oder Zellſtoff in der Jugend zum Wachsthum beytrage, im reifern Alter aber die Körpermaſſe erhalte und erneuere. Der übrige Theil der Wärme verbleibe im freyen Zuſtande, und theile ſich in ſolchem der atmoſphäriſchen Luft mit. Rigby ſucht dieſe ſeine Theorie noch durch eine Menge Beobachtungen zu beſtätigen, und die Erzeugung der thieriſchen Wärme aus der Verdauung und den Miſchungsveränderungen der Säfte überhaupt wahrſcheinlich zu machen.

D. Peart [f]) ſucht die thieriſche Wärme aus ſeinem dualiſtiſchen Syſtem zu erklären. Die Nerven brin-

f) The generation of animal heat inveſtig. Cainsborough. 1788. 8.

bringen nämlich das Phlogiſton herbey, indem ſie die Muskelfaſer zur Bewegung reizen, und ihr Saft, der aus Phlogiſton und Erde beſteht, zerſetzt wird; den Aether führt das Blut bey, welches durch die Muskeln ſtrömt, und ihn aus der atmoſphäriſchen Luft eingeſogen hat. Durch die Verbindung des Phlogiſtons mit dem Aether wird Bewegung der Muskelfaſern und Hitze bewirkt. Der Nervenſaft erhält ſein Phlogiſton aus den Nahrungsmitteln, welche ſämmtlich dergleichen enthalten. Die aus der Lunge ausgeathmete fixe Luft rührt nicht von der Zerſetzung der Lebensluft her, ſondern vielmehr von den ausdünſtenden Gefäßen der Lunge. Durch äußere Hitze wird zwar die Anzahl der Pulsſchläge vermehrt, aber nicht in gleichem Verhältniſſe mit der Anzahl der Athemzüge. Die Hitze iſt der Reiz, der das Herz in Bewegung ſetzt, und dieſe Bewegung iſt daher beſtändig in gleichem Verhältniſſe mit der Hitze.

Da es endlich als eine ausgemachte Thatſache gar nicht mehr zweifelhaft war, daß die atmoſphäriſche Luft beym Einathmen derſelben zerſetzt werde, indem nämlich das Sauerſtoffgas dem Körper zugeführt und das Stickgas durch das Ausathmen wieder ausgeſtoßen wird, ſo fing man auch an, den vornehmſten Grund der thieriſchen Wärme in der atmoſphäriſchen Luft zu ſuchen. Die Erfahrung beſtätigte nämlich folgende Sätze: 1. das Athmen ſteht mit der Circulation des Bluts in dem genaueſten Verhältniſſe; daher iſt beſtändig das Athmen deſto ſchneller, je ſchneller der Puls ſchlägt, und umgekehrt. Gewöhnlich werden während des Einathmens und Ausathmens 4 bis 5 Pulsſchläge gezählt, und die mittlere Zahl der Pulsſchläge ſteht mit der Zahl der Athemzüge in

einer

einer gegebenen Zeit im Verhältniſſe. 2. Das Blut, welches aus der rechten Herzkammer durch die Lungenpulsader in die Lungen kommt, ſieht ſchwarz aus; dasjenige aber, welches aus der Lunge durch die Lungenvene in die linke Herzkammer kommt, ſieht roth aus. Alſo wird durch das Athemholen das ſchwarze Blut in rothes verwandelt. 3. Die Menge der ausgeathmeten Luft iſt nie der Menge der eingeathmeten gleich. Beym Athemholen geht $\frac{1}{60}$ bis $\frac{1}{50}$ verloren. 4. Wenn ein erwachſener Menſch eines natürlichen Todes geſtorben iſt, ſo enthält die Lunge im Zuſtande des völligen Ausathmens im Durchſchnitte 109 Cubikzoll Luft. Nach genauen Verſuchen des Herrn Menzies[g]) beträgt die Menge Luft, welche auf einmal eingeathmet wird, 40 Cubikzoll; demnach enthalten die Lungen nach dem Einathmen 149 Cubikzoll Luft, und es verhält ſich die Ausdehnung der Lungen nach dem Ausathmen zur Ausdehnung derſelben nach dem Einathmen = 109 : 149 oder wie 4,7769 : 6,5299; folglich iſt der Unterſchied 1,7530, und noch nicht einmal 2 Cubikzoll. Daher kann die Wirkung der Ausdehnung auf die Blutgefäße in der Lunge nicht ſo beträchtlich ſeyn, wie Haller angenommen hat; der Zweck des Athemholens iſt folglich nicht ſowohl die Ausdehnung der Lunge, ſondern vielmehr die Zerſetzung der eingeathmeten Luft. 6. Durch das Athemholen wird die Menge des kohlengeſäuerten Gas vermehrt, die Menge des Sauerſtoffgas nimmt ab, und die Stickluft bleibt unverändert. Da nun ein erwachſener

g) Tentamen phyſiologicum de reſpiratione. Edinb. 1790. im Auszuge in Grens Journal der Phyſik. B. VI. S. 107. f.

ſener Menſch jedesmal 40 Cubikzoll Luft einathmet, und dieſes in jeder Minute 18mal erfolgt, ſo athmet er in jeder Minute 18 . 40 = 720 Cubikzoll Luft ein. Nun enthalten dieſe 720 Cubikzoll $\frac{27}{100}$. 720 = 194,4 Cubikzoll Sauerſtoffgas, welches durch das Athemholen verändert wird. Bey jedem Athemzuge werden 0,05 Theile der eingeathmeten atmoſphäriſchen Luft in Kohlenſäure verwandelt: mithin erzeugen ſich in jeder Minute in der Lunge eines erwachſenen Menſchen 36 Cubikzoll kohlengeſäuertes Gas, und in einem Tage 51840 Cubikzoll, welches beynahe 4 Pfund beträgt. 6. Wenn eine und dieſelbe Luft eine Zeitlang ein- und ausgeathmet wird, ſo wird die Menge des Sauerſtoffgas immer geringer, hingegen die Menge des kohlengeſäuerten Gas immer größer, und zuletzt wird die Luft zum Athemholen ganz untauglich. Das kohlengeſäuerte Gas iſt aber nur ſchädlich, in ſo fern es durch ſeine Schwere das Eindringen des Sauerſtoffgas in die Lunge verhindert. 7. Ein Theil des Sauerſtoffgas wird beym Einathmen in Waſſer verwandelt, und geht als ſolches beym Ausathmen fort. Wenn die Wärme unter 40 Grad nach Reaumür iſt, ſo iſt dieſes Waſſer ſichtbar. Aus dieſen unläugbaren Erfahrungen folgt, daß kein Thier ohne Sauerſtoffgas leben kann. Es wird alſo zum Leben der Thiere nothwendig erfordert, daß das Blut derſelben von Zeit zu Zeit, mittelbar oder unmittelbar, mit dem Sauerſtoffe, oder mit der atmoſphäriſchen Luft, welche Sauerſtoffgas enthält, in Berührung komme. Bey alle dem ſind aber doch noch die Antiphlogiſtiker über die Lehre des Athemholens unter ſich nicht einerley Meynung. Nach Lavoiſier verbindet ſich der Sauerſtoff mit dem venöſen Blute nicht, ſondern es ſondert ſich aus demſelben beym Athemholen gekohl-

tes

tes Waſſerſtoffgas ab, und verbindet ſich mit dem Sauerſtoffgas der atmoſphäriſchen Luft; ferner vereinigt ſich der Kohlenſtoff mit dem Sauerſtoffgas, und daher entſteht das kohlengeſäuerte Gas, das ſich beym Ausathmen findet; aus der Verbindung des Waſſerſtoffgas mit dem Sauerſtoffgas der Atmoſphäre entſtehen Waſſerdämpfe, welche beym Ausathmen erfolgen; und endlich rührt die veränderte Farbe des Bluts, aus der ſchwarzen in die rothe, ganz allein von dem Verluſte des gekohlten Waſſerſtoffs her. Girtanner [h]) hingegen hat eine ganz andere Theorie des Athemholens gelehrt, und mit vielen Verſuchen unterſtützt, welche ergeben, daß wirklich eine Verbindung des Sauerſtoffs mit dem venöſen Blute erfolgt, und daß vorzüglich daher die Röthe des Bluts entſteht. Die Theorie iſt kürzlich folgende: Beym Athmen wird die eingeſogene atmoſphäriſche Luft zerſetzt, ein Theil des Sauerſtoffs geht mit dem venöſen Blute in Verbindung über, und gibt dadurch demſelben die rothe Farbe: ein anderer Theil des Sauerſtoffs verbindet ſich mit dem Kohlenſtoffe, welcher aus dem venöſen Blute abgeſondert wird, und erzeugt kohlengeſäuertes Gas; ein dritter Theil des Sauerſtoffs vereinigt ſich mit dem Kohlenſtoffe des ſchwärzlichen Schleims, welcher ſich in den Aeſten der Lunge in großer Menge abſondert, und erzeugt ebenfalls kohlengeſäuertes Gas; ein vierter Theil des Sauerſtoffs tritt mit dem Waſſerſtoffgas, das ſich im venöſen Blute abſondert, in eine Verbindung, wodurch Waſſer entſteht, das beym Ausathmen wahrgenommen wird. Der Wärmeſtoff des

h) Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 209. f.

des zerſetzten Sauerſtoffgas geht theils mit dem einen Theil Sauerſtoff in das venöſe Blut über, und verurſacht, daß die Wärme in dem arteriellen Blute größer als in dem venöſen iſt, wie Crawford bewieſen hat, theils verbindet er ſich mit dem kohlengeſäuerten Gas, und theils mit den Waſſerdämpfen. Die Wirkungen des Athemholens ſind alſo folgende: 1. Das venöſe Blut verliert gekohltes Waſſerſtoffgas, und ſaugt Sauerſtoffgas ein; hierdurch erhält es eine rothe Farbe, ſo wie die metalliſchen Halbſäuren, das ſalpeterſaure Gas und einige andere Körper durch ihre Verbindung mit dem Sauerſtoffe eine rothe Farbe erhalten. 2. Durch das Einſaugen des Sauerſtoffgas wird die Fähigkeit des Bluts für die Wärme größer; indem überhaupt die Fähigkeit aller Körper größer wird, wenn dieſelben mit dem Sauerſtoffe verbunden werden. 3. Zum Theil wird das Sauerſtoffgas der Atmoſphäre von dem venöſen Blute aufgenommen; zum Theil wird es durch den Kohlenſtoff des Bluts, und den Kohlenſtoff des Schleims der Lunge in kohlengeſäuertes Gas verändert, und zum Theil wird es durch den Waſſerſtoff des venöſen Bluts in Waſſerdampf verwandelt. Die Produkte, welche durch das Athemholen entſtehen, ſind 1. arterielles Blut, 2. kohlengeſäuertes Gas, 3. Waſſer, 4. eine kleine Menge ungebundener Wärmeſtoff. Der Sauerſtoff, welcher durch das Einathmen ſich mit dem venöſen Blute verbindet, verbreitet ſich durch die Circulation in den Arterien durch alle Theile des Körpers. Er vereinigt ſich mit dieſem, wodurch die Wärme frey wird. Daher entſteht die thieriſche Wärme, vermöge welcher die Thiere eine höhere Temperatur haben, als das Mittel, worin ſie leben. Hieraus laſſen ſich folgende Sätze herleiten; je größer die Lunge eines Thiers iſt, deſto

größer

größer iſt die thieriſche Wärme, und umgekehrt, mithin iſt die thieriſche Wärme derjenigen Thiere, welche keine Lungen haben, ſehr gering; die thieriſche Wärme eines jeden Thiers iſt im ordentlichen Verhältniſſe mit der Menge von Sauerſtoffgas, welche es in beſtimmter Zeit einathmet; in einem kalten Mittel athmet ein Thier bey einerley Zeit weit mehr Luft ein, als in einem wärmern; und ſtärkere Bewegungen in der freyen Luft verurſachen, daß die thieriſche Wärme zunimmt.

Gegen dieſe neuern Theorien hat Gren[1]) folgende Einwendungen gemacht: 1. werde von den Antiphlogiſtikern angenommen, daß der Kohlenſtoff die atmoſphäriſche Luft zerſetze, ſich mit ihrem Sauerſtoffe verbinde, und dadurch Wärme fühlbar mache. Daher wäre das Athemholen eine Art der Verbrennung des Kohlenſtoffs. Nach dem eigenen Geſtändniß der Antiphlogiſtiker ſoll aber der Kohlenſtoff das Sauerſtoffgas nicht eher als bey der Glühehitze zerſetzen; folglich könne auch der Kohlenſtoff des Bluts und des Lungenſchleims bey der bloßen Wärme des thieriſchen Körpers mit dem Sauerſtoff nicht kohlengeſäuertes Gas erzeugen. Eben ſo ſey es mit dem Waſſer beſchaffen, welches beym Athemholen entſtehen ſoll. Die Antiphlogiſtiker erforderten nämlich zur Erzeugung des Waſſers aus Waſſerſtoff und Sauerſtoff eine Glühehitze; mithin könne die Temperatur des thieriſchen Körpers dieß nicht bewirken. — Allein hierauf läßt ſich antworten, daß der Kohlenſtoff und der Waſſerſtoff des Bluts in ganz andern Verhältniſſen an-

1) Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Halle 1800. 8.

angetroffen werden, als die Kohle bey den gewöhnlichen Verſuchen; und es läßt ſich daher leicht denken, daß ſie in dieſen Verhältniſſen auch ganz anders wirken müſſen. — 2. läugnet auch Gren, daß das Athemholen die eigentliche Quelle der thieriſchen Wärme ſey, er behauptet vielmehr gerade das Gegentheil, und betrachtet die Lunge als das Werkzeug zur Entlaſſung der Wärme aus dem Blute. Er ſagt, man könne mit allem Rechte behaupten: je größer die Wärme des thieriſchen Körpers ſey, deſto mehr müſſe die Lunge arbeiten, um das Blut abzukühlen. Er frägt endlich, was daraus entſtehen würde, wenn ſehr erhitzte thieriſche Körper durch das ſchnelle Einathmen der atmoſphäriſchen Luft verhältnißmäßig noch mehr Hitze erhielten? Auf dieſe Weiſe könnten alſo alle dieſe Thatſachen, welche für den Urſprung der Wärme aus dem Athmen angeführt würden, eben ſowohl als Beweiſe der Abkühlung des Bluts durch das Athmen ausgelegt werden. — Hierauf läßt ſich aber antworten: Im erhitzten Zuſtande des thieriſchen Körpers geſchieht zwar das Einathmen der atmoſphäriſchen Luft deſto ſchneller, und die thieriſche Wärme muß zunehmen; allein auf der andern Seite hat auch ſchon die gütige Natur dafür geſorgt, daß nicht nur bey heftiger Bewegung, ſondern auch bey Nachlaſſung derſelben die dem thieriſchen Körper ſchädlich werdende Wärme durch andere Wege abgeführt werde, bis im geſunden Zuſtande des Körpers alles nach und nach wieder ins gehörige Gleichgewicht gekommen iſt.

Drit-

Drittes Kapitel.

Beobachtungen und Entdeckungen in der Lehre von den Gasarten.

In dieſem Zeitraume wurden durch die Bemühungen der Herren Prieſtley und Lavoiſier die wichtigſten Entdeckungen in Anſehung der Luftarten gemacht, welche den größten Einfluß auf die erheblichſten Erſcheinungen in der Natur haben, ein ganz neues Syſtem der Chemie zur Folge hatten, und ein ganz neues Feld von Unterſuchungen in dem chemiſchen Theile der Naturlehre darboten. Stoffe, welche man bisher als einfach angeſehen hatte, wurden zerlegt, Hypotheſen, welche zur Erklärung vieler Phänomene großen Beyfall erhalten hatten, widerlegt, und überhaupt beynahe der ganze Grund, auf welchem das bisherige Lehrgebäude der Chemie geſtützt war, über den Haufen geworfen. Der Gang, auf welchem der menſchliche Geiſt zu dieſen Entdeckungen geleitet wurde, muß dem Geſchichtsforſcher vorzüglich wichtig ſeyn, indem er daraus deutlich erkennt, daß die Wirkungen der Natur nur allein durch Beobachtungen und Verſuche, nicht aber durch Speculationen enthüllt werden müſſen. Ein vorzüglicher Gegenſtand der Unterſuchungen war die Entdeckung der Eigenſchaften der ſogenannten fixen Luft, von welcher man verſchiedene Meynungen hegte. Prieſtley's erſtes Unternehmen war es daher, dieſe fixe Luft einer nähern Prüfung zu unterwerfen [k]). Die Brauereyen boten ihm ein einfaches und

k) Obſervations on different kinds of air; in Philoſ. Tranſact. Vol. LXII. for the year 1772.

und leichtes Mittel dar, ſich eine groſse Menge dieſer Luft in einem faſt vollkommen reinen Zuſtande zu verſchaffen.

Herr Black hatte durch ſeine Verſuche erwieſen, daſs dieſe Luft ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft ſey, daher ſie auch in einem offenen Glaſe ſich aus einem Zimmer in das andere tragen läſst. Dagegen führte aber Prieſtley andere Verſuche an, welche eine entgegengeſetzte Meynung zu haben verſtatteten. So läſst ſich ein Licht in ein oben offenes mit atmoſphäriſcher Luft angefülltes Gefäſs ſtellen, ſolches in die fixe Luft bringen, ohne daſs das Licht verlöſcht. Alſo treibt die fixe Luft die atmoſphäriſche Luft nicht aus ihrer Stelle, und iſt folglich nicht ſchwerer. Kehrt man im Gegentheil die Mündung des Glaſes um, ſo miſchen ſich beyde Luftarten gleich mit einander.

Auch hat Prieſtley wahrgenommen, daſs ein Licht, eine Kohle, ein glühendes und brennendes Stück Holz augenblicklich verlöſchen, wenn man ſie in die Atmoſphäre der fixen Luft, welche die Kufe mit gährendem Biere umgibt, verſenkt. Vorzüglich merkwürdig iſt aber dieſs, daſs dieſe Luft den Rauch zurückzuhalten ſcheint, der auf ihrer Oberfläche ſchwimmt, ohne ſich von ihr zu trennen, daſelbſt eine, oben ſehr ebene, unten aber höckerige Lage bildet, deren Theile ziemlich tief in die Atmoſphäre der fixen Luft hinabzuhangen ſcheinen. Der Rauch des Schieſspulvers hat beſonders das eigene, daſs er ſich mit der fixen Luft gänzlich vereinigt, und kein Theil deſſelben in die atmoſphäriſche Luft ſteigt.

Ferner hat Prieſtley beobachtet, daſs die fixe Luft des gährenden Biers ſich ſehr leicht mit dem Waſſer=

Waſſerdampfe, dem Dampfe der Harze, des Schwefels und der durch Reiben erzeugten elektriſchen Materie verbinde; durch die Annäherung des eiſernen Draths einer geladenen Flaſche wird aber dieſe Luft nicht elektriſch.

In einer andern Abhandlung [1], welche Prieſtley, kurz nach ſeinen erſten Verſuchen über die verſchiedenen Luftarten, der Akademie mitgetheilt hatte, zeigte er eine Methode, Waſſer mit fixer Luft anzuſchwängern, und ihm die Eigenſchaften der Sauerbrunnen zu ertheilen. Sein Verfahren war dieß: er fing die durchs Brauſen der Kreide mit Vitriolſäure entwickelte Luft in einer Blaſe auf, und ließ dieſelbe mittelſt eines gläſernen Hebers in eine Flaſche voll Waſſer, welche in einem Gefäße mit Waſſer umgekehrt geſtellt war, gehen, und ſchüttelte dieſelbe. Ja die nämliche Vereinigung der fixen Luft mit dem Waſſer brachte er dadurch zu Stande, daß er ein mit Waſſer angefülltes offenes Gefäß nur in die Atmoſphäre der fixen Luft des gährenden Biers verſenkte.

Nach Prieſtley's Verſuchen kann das Waſſer die durch Gähren entbundene Luft nicht ganz einſaugen, wie rein ſolche auch ſey; es bleibt beſtändig ein Antheil derſelben zurück, in welchem die angezündeten Körper nicht brennen können, der aber doch zum Athmen der Thiere brauchbar iſt.

Hales hatte gefunden, daß ein Gemenge von Schwefel und Eiſen unter einer umgekehrten gläſernen Glocke

1) Directions for impregnating water with fixed air. Lond. 1772. 8. Anweiſung, wie man das Waſſer mit einer fixen Luft ſchwängern ſoll, um demſelben den beſondern Geiſt des Pyrmonter Waſſers mitzutheilen. Kopenh. u. Leipz. 1774. 8.

Glocke den Umfang der unter derſelben eingeſchloſſenen Luft verminderte. Prieſtley beobachtete, daß dieſelbe Verminderung ſtatt fand, wenn man die fixe Luft, ſtatt der atmoſphäriſchen, anwandte; wunderbar war dabey noch das, daß die fixe Luft, welche an Umfang abgnommen hatte, den Thieren nicht mehr ſchädlich und von der gemeinen Luft nicht verſchieden zu ſeyn ſchien. Prieſtley glaubte hieraus ſchließen zu dürfen, daß die fixe Luft wieder gemeine Luft werden könne, wenn man ihr Brennbares wiedergebe.

Auch verſuchte Prieſtley, welche Wirkungen die fixe Luft auf die Thiere äußere; diejenigen, welche ſie einathmeten, ſtarben augenblicklich. Er bemerkte, daß ihre Lungen weiß und zuſammengefallen waren, konnte aber keine andere Urſache des Todes entdecken. Die Inſekten, z. B. Schmetterlinge, Fliegen verloren in der fixen Luft bald ihre Bewegung, und ſchienen tod zu ſeyn, aber man konnte ſie leicht wieder zum Leben bringen, wenn man ſie einem Strome gemeiner Luft ausſetzte. Auf die Fröſche wirkte ſie beynahe eben ſo, aber die Schnecken ſtarben ſogleich in derſelben, ohne wieder aufzuleben.

Nicht weniger nachtheilig war die fixe Luft den Gewächſen. Ein in die Atmoſphäre einer gährenden Biermaſſe geſtellter Stengel Waſſermünze ſtarb nach Verlauf eines Tages; rothe Roſen erhielten in derſelben, innerhalb 24 Stunden, eine Purpurfarbe; von den meiſten andern Blumen aber ward die Farbe nicht geändert.

Endlich ſuchte auch Prieſtley die fixe Luft durchs Feuer zu entbinden, und bediente ſich hiezu eines Flintenlaufs; die eine Hälfte der durch

dieß

dieß Verfahren enthaltenen Luft war im Stande, ſich mit dem Waſſer zu verbinden, die andere war entzündlich.

Nachdem Prieſtley die Unterſuchung mit der fixen Luft beendigt hatte, ſtellte er auch Verſuche mit der gemeinen atmoſphäriſchen Luft an; er brachte nämlich in in gläſernen Glocken eingeſchloſſene Luft brennende Lichter und brennenden Schwefel. Die eingeſchloſſene Luft nahm ohngefähr $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{16}$ an ihrem Umfange ab, und dieſe Abnahme betrug nur $\frac{1}{3}$ der Abnahme, welche man durch das Athmen der Thiere, durch das Verderben thieriſcher oder vegetabiliſcher Stoffe, durch die Verkalkung der Metalle, oder durch die Miſchung des Schwefels mit Eiſenfeilſpähnen bewirken konnte. Ein beſonderer Umſtand hiebey war der, daß dieſe Abnahme nicht immer ſogleich erfolgte, ſondern man mußte, um ſie zu bewirken, die Luft zuweilen verſchiedene male waſchen, oder mit Waſſer durchſchütteln, da ſich dann der fixe Theil mit demſelben verband, und erſt alsdann die Abnahme erfolgte.

Dieſe Abnahme fällt nach Prieſtley beynahe ganz und gar weg, wenn die Verrichtung unter einer in Queckſilber geſenkten Glocke angeſtellt wird, weil ſich dann daſelbſt kein Stoff findet, welcher die Luft einzuſaugen im Stande wäre.

Dieſe Verſuche Prieſtley's beſtätigen die Muthmaßung des Herrn Hales, daß nämlich die unter einer Glocke eingeſchloſſene Luft nicht im Verhältniſſe der Menge des Schwefels, welcher in derſelben brennt, an Umfang abnähme; Prieſtley zeigte noch ferner, daß dieſe Abnahme ihre Grenzen

 habe,

habe, über welche ſie ſich nicht erſtrecken könne, und daß ſie jedesmal, da man eine hinreichende Menge Schwefel anwendet, in Rückſicht der Größe der Glocke verhältnißmäßig gleich ſtark erfolgt.

Unter einer Glocke erhält die atmoſphäriſche Luft die Eigenſchaft, daß ſie ſich mit dem Kalkwaſſer verbindet, und den Kalk niederſchlägt, man mag ein Licht, oder eine Kerze, Weingeiſt, Aether, oder einen andern Stoff, den Schwefel ausgenommen, in derſelben haben brennen laſſen; Prieſtley meint, dieſer Unterſchied rühre von dem ſauren Dunſte des Schwefels her, welcher ſich mit dem Kalke vereinige, ihn auflöſe, und verhindere, daß er nicht niederfällt.

Hales ſetzte den Grund der Abnahme des Umfangs der Luft in dem Verluſte ihrer Elaſticität; in dieſem Falle müßte aber die ſich zuſammengezogene Luft ein größeres ſpecifiſches Gewicht erhalten haben, als ſie vorher hatte. Dagegen verſichert Prieſtley, daß ſie merklich leichter geworden ſey, woraus er ſchließt, daß der ſchwerere fixe Theil der Luft gefällt werde.

Es iſt bekannt, daß eine brennende Kerze unter einer Glocke nicht lange brennt, und daß eine andere hineingebrachte ſogleich verlöſcht. Dieſen Erfolg leitet Herr von Saluces von der durch die Hitze verurſachten Ausdehnung her, und behauptet, daß, wenn man die Luft in Blaſen zuſammenpreſſe, man ſie wieder herſtellen könne. Prieſtley gibt die Richtigkeit dieſer Erfahrung zu, läugnet aber die aus derſelben gezogenen Folgen, und behauptet, dieſer Erfolg hänge nicht von der Zuſammenpreſſung allein ab, weil der Verſuch nur in Blaſen gelinge; er verſichert, daß durch

durch eine ziemlich ſtarke Zuſammenpreſſung der Luft in gläſernen Gefäßen die vorige Beſchaffenheit derſelben nicht wieder erhalten werden könne. Zur Beſtärkung dieſes Verſuchs führt er einen andern an: Er brachte nämlich ſehr heiße Luft unter eine Glocke, und ſtellte darin ein Licht, nahm aber nicht wahr, daß es darin ſchlechter, wie in kalter Luft, gebrannt hätte. Alſo rührt die Verlöſchung der unter einer Glocke eingeſchloſſenen Kerze nicht von der Ausdehnung der Luft allein her.

Den Verſuchen Prieſtley's zu Folge leben die Thiere eben ſo lange in einer Luft, in welcher man ein Licht angezündet hat, wie in der gemeinen; eben ſo verhält ſich die Luft, in welcher man hat Schwefel brennen laſſen, wenn nur der Dampf Zeit genug gehabt hat, ſich zu ſetzen. Dieſe Luft iſt Gewächſen ebenfalls nicht ſchädlich; Prieſtley hat verſchiedene Arten von Pflanzen in derſelben unterhalten, ſie haben wenig gelitten, und was das Merkwürdigſte war, die Luft iſt ſogar in der Folge zur Beſchaffenheit der gemeinen Luft wieder hergeſtellt worden, und die Lichter haben eben ſo in derſelben gebrannt.

Cavendiſh hatte bereits ein brennbares Gas entdeckt, das ſich bey der Auflöſung des Eiſens und Zinks in der Vitriolſäure entwickelt (Bd. V. S. 187.). Prieſtley unternahm es ebenfalls, mit dem entzündbaren Gas Verſuche anzuſtellen. Er verſchaffte ſich auch aus den Gewächſen, aus thieriſchen Stoffen und Steinkohlen brennbares Gas. Hiezu bediente er ſich eines Flintenlaufs, an welchem eine gläſerne Röhre oder thönerner Pfeifenſtiel angebracht, und an deſſen anderes Ende eine Blaſe gebunden war.

Die Menge des brennbaren Gas, welche bey dieſer Vorrichtung erhalten wurde, hing vorzüglich von dem Grade der Hitze ab; eine ſtarke und plötzliche Hitze lieferte 6 bis 7 mal ſo viel, als eine ſtuffenweiſe verſtärkte.

Ein 10 bis 12 Gran wiegendes Stück Eichenholz gab gemeiniglich ein Maaß von entzündbarem Gas, welches eine Hammelblaſe anzufüllen im Stande war, aber allezeit unter der Vorausſetzung, daß die Hitze ſchnell wirkte.

Prieſtley erinnert hiebey, daß die Luft, welche man durch Auflöſungen erhalte, deſto entzündlicher ſey, je ſchneller das Brauſen erfolge; geſteht aber, daß die entzündliche Luft durch Blaſen, ja ſogar durch Kork dringe, und man ſie auf keine andere Weiſe aufbewahren könne, als wenn man die Flaſchen, in welchen ſie befindlich iſt, genau verſchließt, und verkehrt mit dem Halſe in ein Gefäß voll Waſſer ſtellt.

Hiernächſt unterſucht nun Prieſtley die Wirkung des entzündbaren Gas auf das Waſſer, und bemerkt gleich Anfangs, daß ſie, in einem umgekehrt in einem Gefäße voll Waſſer geſtellten Trinkglaſe aufbewahrt, auf der Oberfläche dieſes Waſſers einen ochergelben fixen Stoff abſetze, wenn ſie aus dem Eiſen, und einen weißen, wenn ſie aus dem Zink gewonnen ſey.

Die entzündbare Luft verband ſich zwar mit dem Waſſer nicht ſo leicht, als die fixe Luft; allein durch ſtarkes Schütteln ging ſie doch eine Verbindung damit ein. Dadurch ward ohngefähr ein Viertel der entzündbaren Luft eingeſogen; hält man aber ſehr lange mit

dem

dem Schütteln an, ſo hörte die Luft auf, entzündbar zu ſeyn, und der Rückſtand ſchien von der atmoſphäriſchen Luft gar nicht verſchieden zu ſeyn.

Die aus dem Eichenholze gewonnene Luft hatte das Beſondere, daß das Waſſer die Hälfte ihres Volumens einſaugen konnte. Der Rückſtand war übrigens, wie bey dem vorigen Verſuche, bloß gemeine Luft.

Was die Wirkung dieſer Luft auf Thiere und Gewächſe betrifft, ſo wurden die erſtern in derſelben beynahe auf dieſelbe Art, wie in der fixen Luft, mit Zuckungen befallen, auf welche bald der Tod erfolgte; dabey blieb die Luft von einer und der nämlichen Beſchaffenheit. In Anſehung der Gewächſe ſchien die entzündliche Luft ihrem Wachsthume nicht ſchädlich zu ſeyn.

Dieſe Verſuche brachten Herrn Prieſtley auf den Gedanken, daß vielleicht verſchiedene durch einander gemiſchte Luftarten einander verbeſſern könnten. Daher verſuchte er, entzündliche Luft mit der von Thieren geathmeten zu miſchen, und nahm wahr, daß die daher entſtandene Luft nicht mehr entzündbar war. Mit der Miſchung der entzündlichen und der fixen Luft war dieß aber nicht der Fall, ſondern dieſe beyden Luftarten behielten ihre entzündbare Beſchaffenheit, und ſchienen ſogar ſo wenig Wirkung auf einander zu äußern, daß ſie, nachdem ſie drey Jahr ſo gemengt geſtanden hatten, leicht durch bloßes Schütteln mit Waſſer geſchieden werden konnten; alle fixe Luft ward eingeſogen, und der Rückſtand war eben ſo entzündbar, wie zuvor.

Nach Prieſtley's Meynung iſt die entzündbare Luft mit Brennbarem geſchwängert, ob ſie gleich wegen der großen Verwandtſchaft, welche die Säure zum Brennbaren hat, weder vom Vitriolöl, noch vom Salpetergeiſt eingeſogen werde; ſie verbinde ſich auch eben ſo wenig mit den Dämpfen des rauchenden Salpetergeiſtes, und ihre Entzündbarkeit nehme hiebey nicht einmal ab.

Hierauf unterſuchte Prieſtley diejenige Luft, in welcher Thiere einige Zeit geathmet hatten. Wenn ein Thier in ſolche Luft gebracht wird, ſo ſtirbt es beym erſten Athemzuge. Indeſſen ſchien es, als ob ſich die Thiere bis zu einer gewiſſen Stufe zum Einathmen dieſer ſchädlichen Luft würden gewöhnen können. Prieſtley beobachtete nämlich, daß, wenn ein Thier lange in derſelben Luft ausgehalten hatte, ob es ſich gleich noch ſehr wohl befand, und man ein anderes Thier hineinbrachte, letzteres auf der Stelle ſtarb, erſteres hingegen noch einige Minuten am Leben blieb. Junge Thiere hielten dieſe Probe länger als alte aus.

Die Luft, welche zum Athmen der Thiere gedient hat, iſt der Beſchaffenheit der fixen Luft darin nahe gebracht, daß ſie ſich mit dem Kalke verbinden und ihn unter der Geſtalt der Kalkerde niederſchlagen kann; iſt aber von derſelben darin verſchieden, daß ſie 1. bey der Miſchung mit gemeiner Luft an Umfang abnimmt, ſtatt daß die fixe Luft zunimmt; 2. daß ſie Waſſer berühren kann, ohne von demſelben eingeſogen zu werden; 3. daß Inſekten und Gewächſe in derſelben leben können, welche in der fixen Luft ſterben.

Nachher zeigt Prieſtley, daß zwiſchen dieſer Luft, und der, in welcher man Thiere oder Gewächſe

wächſe hat faulen laſſen, eine ſehr vollkommene Aehnlichkeit ſtatt finde; beyde löſchen brennende Kerzen aus und tödten Thiere; beyde fällen das Kalkwaſſer ebenfalls; endlich ſind beyde gleich ſchwer, und beyden kann die Beſchaffenheit der gemeinen Luft durch dieſelben Mittel wieder ertheilt werden. Aus dieſer Aehnlichkeit ſchließt Prieſtley, der hauptſächlichſte Nutzen der Lungen bey den Thieren beſtehe darin, daß ſie eine Ausleerung fauler Ausflüſſe bewirken, welche die lebenden Körper auf eben die Art zur Verderbniß bringen würden, wie ſolche nach dem Abſterben verderben.

Prieſtley war neugierig, die Abnahme zu beſtimmen, welche die Luft durch Verderbniß thieriſcher Stoffe, oder durchs Athmen der Thiere, an ihrem Volumen erlitte. Er ließ eine Maus in einer gegebenen Menge Luft faulen; die erſten Tage nahm ſie an Umfang zu, aber nachher ab, und 8 bis 12 Tage nachher betrug die Abnahme bey einer warmen Witterung $\frac{1}{6}$ oder $\frac{1}{5}$. Zuweilen ward die Abnahme nicht eher merklich, als nachdem man dieſe Luft zwey bis dreymal durch Waſſer hatte gehen laſſen; eben ſo war es mit der Luft, welche Thiere eingeathmet hatten, und mit der, in welcher man Lichter hatte brennen laſſen; durch dieſelben Mittel konnte ihr Volumen vermindert werden.

Prieſtley nahm bey Wiederholung dieſer Verſuche Queckſilber ſtatt Waſſer, und wurde während den erſten Tagen einen ſtarken Zuwachs am Umfange der Luft gewahr, welcher ohngefähr $\frac{1}{20}$ betrug; nachher zeigte ſich zwey Tage hindurch keine Veränderung; als er aber Waſſer in die Glocke ließ, ward ein Theil der Luft eingeſogen, und ihr Umfang nahm um $\frac{1}{6}$ ab. Kalkwaſſer ward trübe und gefällt, zum Beweiſe,

daß dieſe Luft zum Theil die Beſchaffenheit der fixen Luft hatte.

Als Prieſtley Mäuſe in ein Gefäß geſetzt hatte, deſſen Mündung ebenfalls in Queckſilber geſtellt war, ſo hat er nicht bemerkt, daß die Luft nach dem Tode derſelben ſehr abgenommen hätte; als er aber die Mäuſe herausgenommen und Kalkwaſſer in das Gefäß gethan hatte, nahm die Luft an Umfang ab und der Kalk ward niedergeſchlagen.

Hierauf brachte Prieſtley todte Mäuſe in Gefäße, welche ganz mit Waſſer angefüllt waren, und ſtürzte ſolche in Gefäße, die ebenfalls mit Waſſer angefüllt waren, um auch die Ausflüſſe aus den faulenden Thieren beſonders unterſuchen zu können; es ward eine beträchtliche Menge elaſtiſcher Materie entbunden, welche vom Waſſer nicht eingeſogen ward, aber demſelben einen verdorbenen Geruch mittheilte, der von außen wahrzunehmen war. Den nämlichen Verſuch ſtellte er in einem mit Queckſilber angefüllten Gefäße an und ſah eine beträchtliche Entbindung einer Luft erfolgen, welche vom Kalkwaſſer auf dieſelbe Weiſe eingeſogen ward, als fixe Luft. Dieſe beyden letzten Verſuche ſchienen mit den vorhergehenden im Widerſpruche zu ſeyn, indem nämlich die Fäulniß der thieriſchen Stoffe den Umfang der gemeinen Luft, in welcher ſie eingeſchloſſen waren, verminderte; dahingegen ſich bey den letzten Verſuchen eine beträchtliche Menge elaſtiſcher Materie entwickelte. Prieſtley ſuchte dieſe Erſcheinungen mit einander ſo zu vereinigen, daß die Ausflüſſe der Fäulniß eine mit andern Ausdünſtungen gemiſchte fixe Luft ſey, welche die Eigenſchaft beſitze, den Umfang der gemeinen Luft in dem Maaße, wie ſie ſich mit derſelben verbinde,

de, zu vermindern. Dieſe Vermuthung beſtätigte ſich aber nicht; denn, als er die durch Fäulniß entbundene Luft mit gemeiner zu miſchen verſuchte, bemerkte er keine Abnahme am Umfange.

Alle dieſe Erſcheinungen laſſen ſich nach Prieſtley abändern, wenn man die Umſtände bey den Verſuchen verändert. Thut man z. B. ein Stück gekochtes oder rohes Rind- oder Hammelfleiſch unter ein mit Queckſilber angefülltes Trinkglas, und erwärmt die Miſchung bis zu einem Grade, welcher wenigſtens der Blutwärme gleich iſt, ſo wird während 1 oder 2 Tagen eine beträchtliche Menge Luft erzeugt, von welcher etwa $\frac{1}{7}$ vom Waſſer eingeſogen wird, und der Ueberreſt entzündbar iſt. Eine Maus liefert bey gleichem Verfahren und demſelben Wärmegrade eine faule Ausdünſtung, welche die Flammen brennender Kerzen verlöſcht.

Die durch Gewächſe unter eben denſelben Umſtänden hervorgebrachte Luft war beynahe ganz fix und enthielt keinen entzündbaren Theil. Gekochter oder roher Kohl lieferte völlig eben ſolche Produkte, als diejenigen, welche man von den thieriſchen Stoffen erhält.

Das Athmen der Thiere, die Gährungen, das Verbrennen, und die Ausflüſſe jeder Art würden die Atmoſphäre bald verderben und allen Thieren ſchädlich machen, wenn die Natur nicht Mittel hätte, der verdorbenen Luft die Beſchaffenheit der gemeinen wieder zu geben. Mit dieſem Gegenſtande hat ſich Prieſtley ſehr beſchäftigt, und ſeine Verſuche haben ihm etwa folgendes Reſultat gegeben. Er fand gleich anfänglich, daß das bloße Schütteln mit Waſſer der

ſchädlichen Luft ihre ſchädliche Eigenſchaft nicht benehmen konnte, woſern dieſes Schütteln nicht ſehr lange fortgeſetzt ward, ein Fall, welcher in der gewöhnlichen Wirkung der Natur nicht ſtatt finden kann. Nachher hat er dieſe Luft mit der von verpuffendem Salpeter entbundenen Luft und mit dem Dunſte des Schwefels zu mengen verſucht, und dieſes Gemenge der Hitze ausgeſetzt; allein alle dieſe Verſuche waren fruchtlos. Ein einziges Mittel ſchien ihm zu gelingen, und der Luft die geſunde Beſchaffenheit wieder zu geben, wobey er zugleich vermuthete, daß dieß der Weg ſey, deſſen ſich die Natur bediene; dieß war nämlich das Wachſen der Gewächſe. In dieſer Hinſicht hat er eine ſehr große Menge von Verſuchen angeſtellt, aus welchen folgt, daß, wenn man Pflanzen unter Glocken, welche mit verdorbener Luft angefüllt ſind, einſchließt, ſolche in derſelben wachſen, und die Luft nach Verlauf einiger Tage eben ſo geſchickt zum Athmen der Thiere werde, als es die atmoſphäriſche Luft iſt.

Auch hat Prieſtley beobachtet, daß eine Vermiſchung aus 4 Theilen fixer und 1 Theil verdorbener Luft eine zum Athmen dienliche Luft liefere; da aber dieſe Miſchung nur mit Hülfe verſchiedener Durchlaſſungen, aus einem Gefäße ins andere, durch Waſſer angeſtellt werden konnte, ſo fürchtet er, daß ſelbſt dieſe Durchlaſſungen eben ſo viel und vielleicht noch mehr, als die Beymiſchung der fixen Luft, beygetragen haben möchten, die Luft geſund zu machen.

Ferner behauptet Prieſtley, eine jede verdorbene Luft, ſie möge durchs Athmen, durch Fäulung, durch Dämpfe glühender Kohlen, durchs Verkalken der Metalle, durch eine Miſchung aus Schwefel und Eiſen-

Eiſenfeilſpähnen, oder aus Oel und Bleyweiß entſtanden ſeyn, könne durch anhaltendes Schütteln mit Waſſer jederzeit wieder unverdorben hergeſtellt werden. Das Volumen der Luft nimmt bey dieſer Verrichtung ab, wenn man Waſſer, das von Luft gereinigt iſt, anwendet, hingegen nimmt es zu, wenn man Brunnenwaſſer dazu nimmt. Dieſe allgemeine Behauptung ſcheint aber dem, was Prieſtley an einem andern Orte behauptet hatte, zu widerſprechen, daß nämlich das Schütteln mit Waſſer der verdorbenen Luft ihre ſchädliche Eigenſchaft zu benehmen nicht hinreiche.

Aus Hales Verſuchen war es bekannt, daß ein aus gepulvertem Schwefel und Eiſenfeilſpähnen mit Waſſer gemengter Teig den Umfang der Luft, in welche man ihn bringt, beträchtlich verändere. Prieſtley wiederholte dieſen Verſuch unter Glocken, welche in Queckſilber und Waſſer geſenkt waren. Die Abnahme der Luft war in beyden Fällen gleich, konnte aber nach ſeinen Beobachtungen nicht über $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ des ganzen Umfangs der unter der Glocke befindlichen Luft betragen. Die auf dieſe Weiſe veränderte Luft iſt leichter als die gemeine, fällt aber das Kalkwaſſer nicht.

Dieſen letztern Umſtand eignet Prieſtley dem ſauren Dampfe zu, welcher während der Verrichtung von dem Gemenge ausgedunſtet ſey, ſich mit der Luft verbunden habe, und den Kalk auflöſe, anſtatt ihn niederzuſchlagen. Sein Beweis dieſer Behauptung iſt der, weil das Waſſer, welches hiebey gebraucht wird, einen flüchtigen Schwefelgeiſt-Geruch erhalte. Stellt man aber dieſen Verſuch, ſtatt der gemeinen, in ſolcher Luft an, welche ſchon durch die Flamme brennender

nender Kerzen oder durch Fäulniß vermindert worden iſt, ſo iſt ihre Abnahme derjenigen, welche man in der gemeinen Luft erhalten haben würde, beynahe gleich.

Dieſelbe Miſchung bewirkt in der entzündbaren Luft eine Abnahme von $\frac{1}{9}$ oder $\frac{1}{10}$ am Volumen. Prieſtley hat noch bemerkt, daß die Luft, in welcher ein Gemenge von Schwefel und Eiſenfeile geſtanden hat, den Thieren ſehr ſchädlich war; durch Berührung mit Waſſer ward ſie aber nicht heilſamer.

Beym Leſen in des D. Hales Werke wurde Prieſtley beſonders auf das Gas, das erſterer aus Waltoner Kieſen mit Scheidewaſſer gewann, aufmerkſam; er glaubte aber anfänglich, daß es allein aus dieſen Kieſen entwickelt werden könne. Es traf ſich aber nachher, daß er im Jahre 1772. zu London mit Cavendiſh davon ſprach, welcher ihm ſagte, daß wahrſcheinlich die Röthe bey der Miſchung mit atmoſphäriſcher Luft allein von dem Salpetergeiſte abhinge, und daß man daſſelbe Gas auch aus andern Kieſen, ja ſelbſt aus Metallen erhalten könne. Hierauf ſtellte Prieſtley auch wirklich den erſten Verſuch mit einer Aufloͤſung von Meſſing am 4ten Jun. 1772. an, und entdeckte dieſe Gasart, welcher er den Nahmen Salpetergas beylegte. Man gewinnt es überhaupt bey den Auflöſungen von Eiſen, Kupfer, Meſſing, Zinn, Silber, Queckſilber und Nickel durch Salpeterſäure, wie von Gold und Spiesglanz durch Königswaſſer.

Dieſe Luft riecht ſehr ſtark, unangenehm, und iſt wenig vom rauchenden Salpetergeiſte verſchieden; ſie beſitzt die beſondere Eigenſchaft, daß ſie trübe wird, eine dunkele, ins Pommeranzengelbe fallende Rö-

the

the erhält und eine ſtarke Hitze bewirkt, wenn ſie mit der atmoſphäriſchen Luft gemiſcht wird, wobey die Miſchung zugleich beträchtlich an Umfang abnimmt.

Nach Prieſtley's Behauptung trifft dieſe Abnahme hauptſächlich die gemeine Luft, jedoch nicht ganz, ſondern die Salpeterluft trägt auch das ihrige dazu bey. Er beweiſt dieß durch die ſchwächere oder ſtärkere Abnahme, welche er an dem Umfange beyder Luftarten nach den verſchiedenen Verhältniſſen, in welchen er ſie mit einander miſchte, bemerkt hat. Wenn er z. B. 1 Maaß Salpeterluft mit 2 Maaß gemeiner Luft miſchte, ſo hat der ganze Umfang, nach einigen Minuten und nachdem das Brauſen aufgehört hatte, nicht 3 Maaß, wie es hätte ſeyn ſollen, ſondern nur 2 Maaß weniger $\frac{1}{9}$ betragen. Nahm er hingegen mehr Salpeterluft als gemeine, ſo gab die Miſchung ein kleineres Maaß, als beyde zuſammen betrugen, aber ein größeres, als die Salpeterluft ausmachte, welches Herrn Prieſtley nicht anders erklärbar zu ſeyn ſchien, als wenn man annehme, die ſtärkſte Abnahme erleide die gemeine Luft.

Das Verhältniß von $\frac{2}{3}$ gemeiner Luft gegen $\frac{1}{3}$ Salpeterluft war ohngefähr das, welches den Sättigungsgrad gab. That man alsdann friſche Salpeterluft hinzu, ſo erfolgte weder Röthe, noch Brauſen, und der ganze Umfang blieb genau der Summe des Umfangs beyder zuſammengenommen gleich.

Allem Vermuthen nach ſaugt das Waſſer, welches zur Einſchließung der Luft unter der Glocke bey dieſer Miſchung gebraucht wird, einen Theil Luft ein;

ein; auch beträgt die Abnahme am Volumen wirklich weniger, wenn man Queckſilber ſtatt Waſſer nimmt. 2 Theile gemeine Luft gegen 1 Theil Salpeterluft geben alsdann durch ihre Verbindung mit einander, ſtatt 2 Theile weniger $\frac{1}{9}$, 2 Theile und $\frac{1}{7}$; läßt man alsdann Waſſer unter den Apparat, ſo ſaugt es einige Theile Luft ein, aber die Abnahme am Gewicht geht nicht ſo weit, als wenn die Miſchung ſogleich über Waſſer angeſtellt worden wäre.

Die Salpeterluft brauſet weder mit der fixen, noch mit der entzündbaren, noch überhaupt mit jeder verminderten Luft; auch erfolgt alsdann keine Abnahme am Umfange. Je geſunder hingegen die Luft iſt, deſto beträchtlicher iſt die Abnahme am Umfange, und dieſer Umſtand hat Herrn Prieſtley ein Mittel, die geſunde Luft von der ungeſunden zu unterſcheiden, an die Hand gegeben, welches er, ſeit dieſer Entdeckung, der Probe mit Thieren vorgezogen hat, was in der Folge erzählt werden wird.

Die Salpeterluft iſt im Stande, vom Waſſer eingeſogen zu werden, beſonders wenn es von Luft gereinigt iſt; über den Betrag dieſer Einſaugung gibt Prieſtley Reſultate an, welche nicht genau mit einander übereinzuſtimmen ſcheinen. Iſt dieſe Luft einmal mit dem Waſſer in Verbindung getreten, ſo hält es ſchwer, ſie von demſelben zu trennen; im luftleeren Raume erhält man kaum ein Bläschen, und das Waſſer behält immer den nämlichen Geſchmack, wenn man es auch noch ſo lange darin ſtehen läßt. Inzwiſchen hat er gefunden, daß das Waſſer, wenn es eine Nacht hindurch erhitzt ward, einen ſtumpfen Geſchmack erhielt, und ſich ein Häutchen, ein Schaum, von demſelben ſchied, welcher ihm ein Antheil des Kalks

zu ſeyn ſchien, den das Metall, aus welchem dieſe Luft ſich entwickelt hatte, lieferte. Das mit Salpeterluft geſchwängerte Waſſer läßt ſich leicht in Flaſchen erhalten; ſogar in offenen und an einen warmen Ort geſtellten hat Prieſtley nie wahrgenommen, daß es die geringſte Veränderung erlitt.

Wenn in die Luft, in welcher das angeführte Gemiſch von Schwefel, Eiſenfeile und Waſſer ſich befand, Salpeterluft gebracht ward, so erlitt die Luft, innerhalb 1 Stunde, eine Verminderung bis auf $\frac{1}{4}$ ihres Umfangs. Bey dieſer Miſchung geht ein ſichtbares Brauſen vor und die Hitze dabey iſt ſo beträchtlich, daß man die Hand nicht an die Glocke halten kann, welche ſie enthält. Der Rückſtand iſt von der nämlichen Beſchaffenheit, als die gemeine Luft, in welcher die Miſchung von Schwefel und Eiſenfeile geſtanden hat, und nicht mehr im Stande, weiter verringert zu werden.

Salpeterluft mit entzündbarer Luft vermiſcht ward noch entzündbarer. Die Flamme dieſes angezündeten Gemiſches ſah grün aus; nach Prieſtley rührt dieſer Umſtand von der Beſchaffenheit der Luft ſelbſt her, und hängt keinesweges von dem Metalle ab, aus welchem ſie gewonnen wurde.

Eine ſonderbare Erſcheinung iſt die, daß die Salpeterluft allemal ein gleiches ſpeciſiſches Gewicht mit der atmoſphäriſchen Luft behält, ſie mag vor ſich allein, oder mit gemeiner Luft verſetzt worden ſeyn. Prieſtley konnte daher nicht begreifen, auf welche Art die Salpeterluft eine Verminderung des Umfangs der gemeinen Luft bewirken könne.

Den

Den Gewächſen iſt die Salpeterluft äußerſt ſchädlich; ſie mag rein, oder mit gemeiner Luft bis zum Grade der Sättigung gemiſcht worden ſeyn, ſo ſterben die Pflanzen, welche man in derſelben einſchließt, in kurzer Zeit.

Metalle, welche in dieſer Luft verkalkt werden, äußern keine merkliche Wirkung auf dieſelbe. Endlich hat Prieſtley gefunden, daß ſie eine viel größere fäulnißwidrige Kraft, als die fixe Luft, beſaß und Fleiſch ſehr lange vor dem Verderben bewahren konnte.

Cavendiſh hatte bewieſen, daß Luft, welche man durch eine glühende eiſerne Röhre gehen ließ, in welcher Kohlenſtaub ſich befand, ohngefähr um $\frac{1}{10}$ an ihrem Umfange abnahm, und auch bemerkt, daß man bey dieſer Vorrichtung fixe Luft erhielt. Prieſtley hat dieſe Verſuche wiederholt, und gleiche Reſultate erhalten. Er veränderte dieſen Verſuch, indem er ihn, mit Hülfe eines Brennglaſes, unter einer gläſernen Glocke wiederholte, und bewirkte dadurch eine Abnahme von $\frac{1}{5}$ am Umfange der Luft; der Rückſtand war zum Theil fixe, zum Theil entzündbare Luft. Merkwürdig dabey iſt, daß, wenn die Kohle durch ein ſehr ſtarkes Feuer gebrannt wird, keine merkliche Abnahme am Umfange der Luft erfolgt. Prieſtley eignet dieſen Erfolg der entzündbaren Luft zu, welche in dem letztern Falle von der Kohle entbunden wird und die Stelle des eingeſogenen Antheils der Luft einnimmt. Zur Beſtärkung dieſer Behauptung führt er noch an, daß eine mittelmäßig gebrannte Kohle keine Spur entzündbarer Luft liefere. Wenn man die Verbrennung der Kohle hingegen, anſtatt über Waſſer, über Queckſilber anſtellt, ſo erfolgt keine Abnahme mehr am Umfange der

Luft,

Luft, ſondern man bemerkt ſogar einen Zuwachs, entweder mittelſt der fixen Luft, welche entbunden wird, oder mittelſt der entzündbaren Luft. Bringt man darauf Kalkwaſſer in die Luft, ſo wird es auf der Stelle gefällt, und die Luft um $\frac{1}{5}$ vermindert; aber ein beſonderer Umſtand war der, daß die Kohle, welche Prieſtley zu dieſem Verſuche angewandt hatte, und welche 29 Gran wog, am Ende genau eben ſo ſchwer befunden ward.

Die durchs Verbrennen der Kohle verminderte Luft ließ kein Licht brennen, war den Thieren im höchſten Grade ſchädlich, brauſete nicht mehr mit der Salpeterluft, war keiner Verminderung mehr fähig, man mochte von neuem Kohlen in ihr brennen, ein Gemenge von Eiſenfeil und Schwefel in ſie ſtellen, oder ſonſt irgend ein anderes Mittel anwenden.

Prieſtley glaubte, daß die Abnahme des Umfangs der Luft durch das Verbrennen der Kohle von der ſtärkern Schwängerung mit dem Brennbaren herrühre. Die Verkalkung der Metalle bot ihm ein anderes Mittel dar, einen ähnlichen Erfolg zu bewirken, d. i. nach ſeiner Meynung, eine Ausdünſtung vom Brennbaren zu erhalten. Er hing zu dieſem Ende Stücke von Bley und Zinn in gegebenen Maaßen Luft auf, und ließ den Brennpunkt eines Brennglaſes auf dieſelben fallen. Die Luft ward bey dieſer Verrichtung um $\frac{1}{4}$ vermindert; der Rückſtand braußte nicht mehr mit der Salpeterluft, war Thieren tödlich, wie Luft, in welcher Kohlen gebrannt hatten, und keiner Verminderung durch ein Gemenge aus Schwefel und Eiſenfeile mehr fähig. Durch Waſchen im Waſſer verlor dieſe Luft alle ihre Schädlichkeit, und ward der gemeinen Luft ſehr nahe gebracht. Prieſtley

mochte Bley oder Zinn zu dieſem Verſuche angewandt haben, ſo ſchien ihm die rückſtändige Luft beſtändig einerley zu ſeyn. Er nahm wahr, daß in beyden Fällen ein gelblicher Dampf von den Metallen aufſtieg, von welchem ſich ein Theil oben an die Glocke anſetzte, und ein Theil auf die Oberfläche des Waſſers niederſenkte.

Stürzte man die Glocke, in welcher die Metalle befindlich waren, ſtatt des gemeinen Waſſers in Kalkwaſſer um, ſo ward ſolches nicht gefällt, aber ſeine Farbe, Geruch und Geſchmack dadurch anſehnlich verändert. Bediente man ſich endlich des Queckſilbers anſtatt des Kalkwaſſers, ſo nahm die Luft nur um $\frac{1}{5}$ ab, ſtatt daß die Abnahme vorher $\frac{1}{4}$ betrug, und wenn man hernach Waſſer in dieſelbe Luft hineinließ, ſo nahm man nicht wahr, daß es irgend einen Theil derſelben einſog.

Prieſtley ſcheint die Verkalkung der Metalle in entzündbarer, fixer und Salpeterluft vergebens verſucht zu haben, allein in einer Luft, in welcher keine Kohle mehr brannte, beobachtete er, daß ſie noch verkalkt werden konnten.

Prieſtley erklärt alle dieſe Erſcheinungen durch die Ausſcheidung des Brennbaren; dieſes Weſen, welches von der glühenden Kohle und den Metallen entbunden wird, verbindet ſich, ſeiner Meynung nach, mit der Luft, und vermindert den Umfang derſelben; wird hernach Waſſer mit dieſer Luft geſchüttelt, ſo entzieht es ihr das Brennbare, und die Luft erhält ihre natürliche Beſchaffenheit wieder. Auch vermuthet er, daß das Wachſen der Gewächſe die ſchädlich gewordene Luft ebenfalls durch Einſaugung des Uebermaaßes vom Brennbaren verbeſſere.

Prieſtley wurde durch dieſe Betrachtungen auf die ſchädlichen Wirkungen aufmerkſam, welche friſche Oelgemälde mit Bleyweiß verurſachen. Dieſer Stoff iſt nach Prieſtley bloß ein unvollkommener Bleykalk; auch fand ſich, daß verſchiedene Stücke Papier, damit angeſtrichen und unter eine Glocke gelegt, nach 24 Stunden eine Verminderung der Luft um $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ bewirkten; die rückſtändige Luft glich der, in welcher man Metalle verkalkt hat, braußte nicht mehr mit der Salpeterluft, war keiner Verminderung, durch ein Gemenge aus Schwefel und Eiſenfeil, mehr fähig, und ward durch bloßes Schütteln mit Waſſer leicht wieder hergeſtellt.

Cavendiſh hatte wahrgenommen, daß ſich eine Luftart entwickelte, welche ſogleich vom Waſſer eingeſogen wurde, wenn er Kochſalzſäure auf Kupfer gegoſſen hatte. Dieſe Beobachtung gab Prieſtley'n Veranlaſſung, mehrere Verſuche mit Aufgüſſen von verſchiedenen Säuren auf Metalle anzuſtellen, und er entdeckte, daß der Dampf, welcher ſich bey Vermiſchung des gemeinen Salzes mit Schwefelſäure erzeugt, in luftförmiger Geſtalt dargeſtellt werden könne.

Prieſtley fing dieſe Luftart in einem mit Queckſilber angefüllten und in Queckſilber umgekehrt geſtellten Gefäße auf; als er aber Waſſer hinzuließ, verſchwand ſie beynahe ganz und es blieb bloß ein Antheil entzündbarer Luft übrig.

Dieſe Luft macht das Waſſer milchig, aber er meint, daß ſeine milchige Farbe nicht von der Fällung des Kalks, ſondern von einem beſondern Umſtande herrühre, welchen er noch nicht zu ergründen Gelegenheit gehabt habe.

Die Auflöſung des Bleys in der Salzſäure zeigt die nämlichen Erſcheinungen; die dabey aufſteigenden elaſtiſchen Dämpfe nehmen, wenn ſie Waſſer berühren, um $\frac{3}{4}$ an ihrem Umfange ab, und das zurückbleibende $\frac{1}{4}$ iſt entzündbar. Von dem bey der Auflöſung des Eiſens im Salzgeiſte ſich entwickelnden Dampfe verlor ſich nur $\frac{1}{8}$ bey der Berührung des Waſſers. Von dem Dampfe der Zinnauflöſung verſchwand $\frac{1}{6}$, und von dem Dampfe der Zinkauflöſung nur $\frac{1}{10}$; die aus dem Eiſen entwickelte und rückſtändige Luft gab eine blaſſe grünliche, oder bläuliche Flamme. Nach Prieſtley wird dieſer Dampf wirklich vom Waſſer eingeſogen, und er glaubt überzeugt zu ſeyn, daß es einen Grad der Sättigung gebe, über welchen das Waſſer nichts mehr aufnehmen könne.

Dieſe elaſtiſchen Dämpfe ſind nach Prieſtley's Beobachtungen viel ſchwerer, als die Luft; $2\frac{1}{2}$ Gran Regenwaſſer können 3 Maaß Dämpfe, jedes von 1 Unze Waſſer, einſaugen, worauf das Waſſer noch einmal ſo viel wiegt, und $\frac{1}{3}$ am Umfange zugenommen hat. Dieſelben Dämpfe äußern, Prieſtley'n zu Folge, eine ſehr ſtarke Neigung, ſich mit dem Brennbaren zu verbinden, und entziehen es allen übrigen Stoffen. Dieſer Umſtand bewog Prieſtley'n, zu glauben, daß die entzündbare Luft bloß eine Verbindung eines in Dampfgeſtalt befindlichen ſauren Weſens mit dem Brennbaren ſey. In dieſer Meynung wurde er vorzüglich dadurch beſtärkt, weil entzündbare Luft entſtand, wenn er Weingeiſt, Olivenöl, Terpentinöl zu dieſen Dämpfen goß, und Kohlen, Phosphor, ja ſogar Schwefel dazu miſchte.

Prieſtley hing ferner ein Stück Salpeter in dieſe elaſtiſchen Dämpfe auf; dieß Stück ward augenblick-

blicklich auf dieſelbe Art mit einem weißen Rauche umgeben, als wenn man dieſe Luft mit Salpeterluft gemiſcht hätte. Dieſer Verſuch zeigte, daß der Salzgeiſt in Dampfform in einigen Fällen ſtärker als die Salpeterſäure ſey, ſolche zerlegen, und Theile von ihren Grundtheilen forttreiben könne.

Faſt alle Flüſſigkeiten ſaugen die Dämpfe des Salzgeiſtes ſehr ſchnell ein; Leinöl thut es langſamer als die übrigen, ſieht dabey ſchwarz aus, und wird klebrig.

Ferner brachte Prieſtley ſchwaches Bier in eine Phiole, und ſtellte es unter ein umgekehrt in Waſſer geſtelltes Gefäß; in den erſten Tagen ward Luft entbunden, darauf erfolgte nach und nach eine Abnahme, welche bis ohngefähr $\frac{1}{10}$ der anfänglichen Menge der Luft betrug. Nach dieſer Zeit war das Bier ſauer; die rückſtändige Luft löſchte Lichter aus; als er ſie aber mit viermal ſo viel fixer Luft zu vermiſchen verſuchte, konnte eine Maus in ſelbiger, wie in gemeiner Luft, leben.

Prieſtley nahm den Grundſatz an, daß alle künſtliche Luft den Thieren ſchädlich ſey, ausgenommen diejenige, welche man durchs Verpuffen aus dem Salpeter erhält, als in welcher ein Licht brennt, und die Flamme deſſelben ſogar mit einer Art von Ziſchen zunimmt, wenn die Luft friſch entbunden iſt, weil ſie alsdann noch einige Antheile unzerlegten Salpeters enthalte. Als Prieſtley ſolche Luft ein Jahr lang aufbewahrt hatte, fand er ſie Thieren äußerſt ſchädlich; nachdem er ſie aber mit Regenwaſſer wuſch, ward ſie wieder geſund, und braußte mit der Salpeterluft eben ſo, wie die gemeine Luft.

Auch hat Prieſtley die Wirkung des Kamphers und des flüchtigen Laugenſalzes auf die Thiere verſucht. Eine Maus, welche in eine mit dieſen Dämpfen angefüllte Flaſche gethan ward, empfand keine große Beſchwerde von denſelben.

Endlich hat Prieſtley noch vorläufige Verſuche mit gemeiner Luft angeſtellt. Er brachte Gefäße mit gemeiner Luft angefüllt umgekehrt in ſiedendes Waſſer, in kurzer Zeit wurden $\frac{4}{7}$ dieſer Luft eingeſogen, und der nachgebliebene Antheil löſchte die Flamme aus, war aber den Thieren nicht ſchädlich. Die eingeſogenen Mengen waren nicht allemal völlig gleich, ſondern hingen von der Beſchaffenheit des angewandten Waſſers ab.

Luft, von welcher auf ſolche Art ein Theil vom Waſſer eingeſogen iſt, kann, ſogar durchs Wachſen der Pflanzen, nicht leicht wieder hergeſtellt werden.

Prieſtley beobachtete, daß ein Nößel Waſſer aus ſeinem Brunnen $\frac{1}{4}$ eines Waſſerunzen-Maaßes Luft enthielt, welche Lichter verlöſchte, aber den Thieren unſchädlich war.

Er bewahrte gemeine Luft eine lange Zeit in Flaſchen zu der Abſicht auf, um gewiß zu werden, ob ſie nicht mit der Zeit durch Stillſtehen verderben würde; als er ſie nachher verſuchte, fand er ſie eben ſo geſund, als in dem Augenblicke, da er ſie eingeſchloſſen hatte, und ſie braußte eben ſo gut mit der Salpeterluft.

Man kann leicht denken, daß zu derſelben Zeit, als D. Prieſtley mit dieſen ſeinen erſten Verſuchen über die Luftarten beſchäftigt war, andere Chemiker und Phyſiker ebenfalls dieſen Gegenſtand weiter zu verfolgen

folgen ſuchten, beſonders da man die fixe Luft als eine äußerſt wichtige Sache für die Chemie und Naturlehre betrachtete. Wirklich haben auch die Herren Bergmann, Lavoiſier, Rouelle, Baumé, Weigel, Scheele und mehrere andere mit Prieſtley, ohne ſeine Entdeckungen vorher gekannt zu haben, wenigſtens zum Theil nicht, Unterſuchungen über die verſchiedenen Luftarten angeſtellt, und ſehr wichtige Folgen daraus gezogen.

Sehr lange war es ſchon bekannt, daß man durch Anſchwängerung des Waſſers mit fixer Luft den natürlichen Sauerbrunnen nachmachen könne. Eben dieß hatte auch Bergmann [m]) bewirkt; er ging aber noch weiter, und bewies, daß unſere Atmoſphäre, welche man bisher als ein einfaches Weſen angeſehen hatte, beſtändig einen Antheil fixer Luft, die er lieber Luftſäure nennen wolle, enthalte. Er ſagt, cauſtiſches Alkali wird in offener Luft täglich gemildert. Man glaube wohl ziemlich allgemein, es ſey kein Unterſchied zwiſchen dem ſogenannten oleum tartari per deliquium und einer Auflöſung eben des Salzes, wenn beydemal gleiche Mengen genommen würden, aber die Erfahrung bezeuge, daß das erſte viel milder ſey. Kalkwaſſer ſetze in freyer Luft bald eine Haut ab, welche mit Säuren ſchäume, und wenn man dieſe breche, ſo ſetze ſich eine neue an u. ſ. f. bis nichts mehr rückſtändig ſey. Bergmann brannte klaren Kalkſpath, bis er mit Säuren nicht mehr braußte, und fand, daß er $\frac{2}{5}$ ſeines Gewichts verloren hatte. Dieſer der freyen Luft ausge-

m) Abhandlungen der Schwed. Akademie der Wiſſenſchaft. B. XXXV. S. 176. der deutſch. Ueberſ.

ausgeſezt fing nach kurzer Zeit an, einiges Brauſen zu zeigen, wenn Säure dazu kam, welche Eigenſchaft mit dem Gewichte täglich zunahm, ſo daß er endlich die im Feuer verlornen $\frac{2}{5}$ wieder erhielt. Dieß erforderte eine längere oder kürzere Zeit, theils nach ungleicher Beſchaffenheit der Atmoſphäre, die nicht das eine mal ſo reich an dieſer Materie iſt, als das andere, theils auch, nachdem die Oberfläche größer oder kleiner iſt. Was tief eingepackt, oder ſonſt ſehr eingeſperrt werde, erhalte ſich viele Jahre, allein der Kalk, welcher bloß liege, werde endlich völlig ſo, als wäre er ungebrannt. Regen bringe auch Luftſäure mit. Zum Mauern werde der Kalk nie vollkommen gebrannt, manche Theile braußten noch ſtark.

Solchergeſtalt finde ſich allezeit und überall auf der Oberfläche der Erde eine Säure; ſie gleiche auch der Luft an Elaſticität, Durchſichtigkeit u. ſ. w. Dieſe Luftſäure ſey mehr als $1\frac{1}{2}$ mal ſo ſchwer, als gemeine Luft, und ſo müſſe ſie ſich wohl am häufigſten zunächſt an der Erdfläche aufhalten.

Noch mehrere Verſuche mit der ſogenannten fixen Luft haben zu gleicher Zeit mit Prieſtley die Herren Rouelle, Weigel, Wiegleb, Well, Bucquet, Buchholz und Andere angeſtellt, und ziemlich übereinſtimmende Reſultate mit den Prieſtley'ſchen gefunden, aus welchen die Meiſten ſchließen, daß die fixe Luft eine ganz eigene, von der atmoſphäriſchen Luft verſchiedene Gasart ſey. Nur Herr Baumé [n]) ſcheint damit nicht zufrieden zu ſeyn. Seinen Unterſuchungen zu Folge glaubt er folgendes ſchließen zu dürfen:

1.

n) Erläuterte Experimentalchemie. Th. III. S. 645. Anhang von der fixen Luft.

1. Daß das, was man fixe Luft nennt, uneigentlich ſo genannt werde, und ihr die Benennung: entbundene oder elaſtiſche Luft, beſſer zukomme.

2. Daß die fixe Luft, unter der Benennung, welche man ihr gegeben habe, gemeine, aber mit fremden Stoffen, welche ſie aufgelößt halte, geſchwängerte Luft ſey; eine Luft, welche man oft reinigen und ihr die Beſchaffenheit reiner, der Luft des Dunſtkreiſes ähnlicher Luft wieder geben könne, wenn man dieſe fixe Luft durch verſchiedene Flüſſigkeiten gehen laſſe, welche die Luft durchzuſeihen und die fremden Stoffe, welche ihre Reinigkeit verderben, zurückzuhalten geſchickt ſind.

3. Daß die fixe Luft nach dieſer Lehre nicht mehr aus dem Geſichtspunkte, aus welchem man ſie bisher betrachtet habe, ſondern bloß in Rückſicht auf die Stoffe unterſucht werden müſſe, welche die Luft auflöſen, oder mit welchen ſie ſich beladen könne.

4. Sey noch eine ſehr ſchöne Reihe von Verſuchen anzuſtellen übrig, um kennen zu lernen, was das für Stoffe ſind, welche von der Luft aufgelößt werden können, und was dieſe nämlichen Stoffe für Eigenſchaften haben möchten, wenn ſie in dieſen Zuſtand verſetzt würden; dieſe aus dieſem Geſichtspunkte angeſtellten Verſuche würden uns zu ſicherern und deutlichern Kenntniſſen führen, als diejenigen ſind, die man uns bisher mitgetheilt habe.

5. Gehe es mit der Luft, wie mit dem Waſſer; es ſeyen zwey Uranfänge, welche die Eigenſchaft, viele Stoffe aufzulöſen, und von denſelben geſättigt zu werden, beſäßen; beyde Uranfänge erhielten dadurch neue Eigenſchaften, welche weder dem Waſſer, noch

der Luft, ſondern bloß den Stoffen gehörten, mit wel=chen ſie geſchwängert würden. Da es gewiſſe Stoffe gebe, welche das Waſſer nicht auflöſen könne, und welche man ihm nicht mehr entziehen könne, ſo ver=halte es ſich mit der Luft eben ſo; dieſe letztere könne ſich mit eben ſo flüchtigen und ausdehnba=ren Stoffen beladen, als ſie ſelbſt ſey, und welche man vielleicht nie, durch Deſtilliren, Seihen oder ein anderes Mittel, wieder von ihr werde ſcheiden können; aber daraus werde nicht weniger folgen, daß die neuen Eigenſchaften, welche man bey dieſer Luft antreffen werde, allezeit den fremden Stoffen, und nicht der Luft ſelbſt, zuzuſchreiben ſeyn werden.

Prieſtley hatte die Unterſuchungen über die verſchiedenen Luftarten fortgeſetzt, und dabey neue merk=würdige Entdeckungen gemacht, welche in der Folge weiter erzählt werden ſollen. Indeſſen hatte Lavoi=ſier im Jahre 1773. der königlichen Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris zwey Abhandlungen zur Prü=fung übergeben, welche den erſten Band ſeiner phy=ſiſch=chemiſchen Schriften ausmachen; die erſtere gibt einen hiſtoriſchen kurzen Begriff der elaſtiſchen Aus=flüſſe, welche während der Verbrennung, Gährung, und dem Brauſen von den Körpern entbunden werden, und die andere: neue Forſchungen über das Daſeyn einer gebundenen Flüſſigkeit in einigen Stoffen, und über die Erſcheinungen, welche aus ihrer Entbindung oder Bindung entſtehen. Da des Herrn Lavoiſier Arbeiten genau und daher von äußerſter Wichtigkeit ſind, und zugleich zeigen, wie er nach und nach auf ein ganz neues Lehrgebäude der Chemie gekommen iſt, ſo erfordert es die Abſicht, das Weſentlichſte davon hier umſtändlich zu erzählen.

Zu=

Zuerſt unternahm er eine Reihe von Verſuchen, um zu beſtimmen, ob in den Kalkerden wirklich eine eigene elaſtiſche Flüſſigkeit enthalten ſey. Alle dieſe Verſuche ließen ihn mit Sicherheit folgende Schlüſſe machen:

1. Daß wirklich in den Kalkſteinen und Kalkerden eine elaſtiſche Flüſſigkeit, eine Luftart, in einer fixen Geſtalt befindlich ſey, und daß dieſe Luft die hauptſächlichſten phyſiſchen Eigenſchaften der Luft beſitze, wenn ſie ihre Elaſticität wieder erhalten hat.

2. Daß 100 Pfund Kreide ohngefähr 35 Pfund 15 Unzen von dieſer elaſtiſchen Flüſſigkeit, 15 Pfund 7 Unzen Waſſer und nur 52 Pfund 10 Unzen laugenſalzige Erden enthalten.

3. Daß die Kreide vielleicht noch weniger laugenſalzige Erden und mehr elaſtiſche Flüſſigkeit enthalten könne, und wir bisher weder Mittel kennten, ſie derſelben in einem höhern Grade zu berauben, noch ihre Zerlegung weiter zu treiben.

4. Daß ſich die laugenſalzige Erde in einem dreyfach verſchiedenen Zuſtande befinden könne: 1. mit elaſtiſcher Luft und Waſſer geſättigt, von welcher Beſchaffenheit die Kreide iſt; 2. elaſtiſcher Flüſſigkeit beraubt und mit Waſſer geſättigt, von welcher Beſchaffenheit der ungelöſchte Kalk iſt; 3. des Waſſers und der elaſtiſchen Flüſſigkeit beraubt, welche Beſchaffenheit der gelöſchte Kalk hat.

5. Daß der ungelöſchte Kalk eine große Menge reines Feuerweſen enthalte, welches er wahrſcheinlich während der Verkalkung erhalten hat, und daß von dieſem Weſen die ſtarke Hitze herrühre, welche bey der

Löſchung des Kalks und der Auflöſung deſſelben in den Säuren wahrgenommen wird.

6. Daß die Sättigung des ungelöſchten Kalks mit Waſſer zur Verjagung dieſes Uebermaaßes vom Feuerweſen nicht hinreiche, ſondern noch nach dem Löſchen etwas bey demſelben bleibe, weil der gelöſchte Kalk der Salpeterſäure, in welcher man ihn auflößt, eine beträchtliche Hitze mittheilt, welche Erſcheinung die Kalkerde, oder Kreide, nicht zuwege bringt.

7. Daß dieſes Uebermaaß vom Feuerweſen nicht das ſey, was der laugenſalzigen Erde die Beſchaffenheit des Kalks ertheilt, weil ſelbige in dem Zuſtande des gelöſchten und eines großen Theils dieſes Feuerweſens durchs Löſchen beraubten Kalks nicht weniger im Waſſer auflößlich iſt, nicht weniger den Salmiak in der Kälte zerlegt, und den fixen und flüchtigen Laugenſalzen die ätzende Beſchaffenheit ertheilt, mit einem Worte, nicht weniger Kalk iſt, als vor dem Löſchen.

8. Daß man dem Kalke nur die elaſtiſche Flüſſigkeit, welche von demſelben ausgetrieben iſt, wieder geben darf, durch was für ein Mittel auch ſolches geſchehe, um ihn milde, im Waſſer unauflößlich und des Brauſens mit Säuren fähig zu machen, mit einem Worte, ihm die Beſchaffenheit der Kalkerde, oder der Kreide, wieder zu ertheilen.

Ferner ſtellte Lavoiſier eine Reihe von Verſuchen an, um das Daſeyn einer elaſtiſchen Flüſſigkeit in den fixen und flüchtigen Alkalien darzuthun. Er fand, ohne daß ihm ein Zweifel übrig blieb,

1. daß man die laugenſalzige Erde, aus ihrer Auflöſung im Salpeterſauren, nach Belieben in Ge-

ſtalt

ſtalt der Kreide, d. i. mit elaſtiſcher Flüſſigkeit geſättigt, oder in Geſtalt des Kalks niederſchlagen kann; Kalk iſt ſie, wenn man ſie durch ein ätzendes, d. i. der elaſtiſchen Flüſſigkeit beraubtes Laugenſalz fällt, und Kreide, wenn man ſie durch ein gewöhnliches Laugenſalz niederſchlägt.

2. Daß ſie beynahe nur das urſprüngliche Gewicht des angewandten Kalks hat, wenn ſie in Kalkgeſtalt niedergeſchlagen worden iſt, dahingegen man ſelbige, wenn ſie in Geſtalt der Kalkerde oder Kreide, d. i. mit elaſtiſcher Flüſſigkeit geſättigt, gefällt wird, mit einem Zuwachſe am Gewichte erhält, welcher der Zunahme ſehr nahe kömmt, welchen der Kalk erhält, wenn er zur Kreide wird.

3. Daß indeſſen noch etwas daran fehlt, und dieſe Zunahme nicht ſo ſtark wird, als ſie werden ſollte.

Ueberhaupt bewieſen alle ſeine Verſuche ſo genau, als in der Naturlehre nur immer möglich iſt, daß die nämliche elaſtiſche Flüſſigkeit, welche in der Kreide vorgefunden wurde, ebenfalls in den fixen und flüchtigen Laugenſalzen befindlich ſey; daß ſie durch die Aufloſung in Säuren von denſelben verjagt werden könne, und das Brauſen, das man in dem Augenblicke der Verbindung wahrnimmt, ein Erfolg der Entbindung dieſer Flüſſigkeit ſey; daß dieſe nämliche Flüſſigkeit eine nähere Verwandtſchaft zum Kalke, als zu den Laugenſalzen habe, und der Kalk ſich aus dieſer Urſache, wenn er mit einer laugenſalzigen Flüſſigkeit verſetzt wird, der elaſtiſchen Flüſſigkeit, welche ſelbige enthält, bemächtige, ſolche aneigne, zu Kalkerde werde, und den Laugenſalzen eine ätzende Beſchaffenheit ertheile.

Eine

Eine Menge anderer Verſuche machte in ihm den Gedanken rege, daß die nämliche elaſtiſche Flüſſigkeit, deren Daſeyn in der Kalkerde und den Laugenſalzen unbezweifelt ſey, ſich durch die Fällung mit den meiſten metalliſchen Stoffen vereinigen könne, und daß ſie größtentheils der Grundſtoff ſey, welcher den Zuwachs der metalliſchen Niederſchläge, am Gewichte, ausmacht, ihnen den Glanz benimmt, ſie in kalkförmige Geſtalt bringt, u. ſ. f. Zu dem Ende ſtellte er folgende Verſuche an:

Auf 12 Unzen Queckſilber goß er 12 Unzen Salpetergeiſt; es entſtand bald ein Brauſen mit Hitze, es ſtiegen röthliche ſalpeterſaure Dämpfe auf, und die Flüſſigkeit erhielt eine grünliche Farbe. Ehe noch die Auflöſung erfolgt war, hatten die Stoffe 1 Quentchen 18 Gran verloren; als aber das Queckſilber völlig aufgelößt war, fand er zu ſeinem Erſtaunen einen Zuwachs am Gewichte ſtatt einer Abnahme, ſo daß binnen 12 Stunden die Auflöſung 1 Quentchen am Gewichte zugenommen hatte.

Hierauf wog er 8 Unzen und 15 Gran von dieſer Auflöſung beſonders in zwey offenen Gläſern ab, welche, jenem Verſuche zu Folge, jede 2 Unzen Salpeterſäure und 2 Unzen Queckſilber enthalten mußten, und nahm 6 Quent. 36 Gran Kreide und 4 Quent. 36 Gran gelöſchten Kalk; that das erſtere in das eine, und das andere in das zweyte Glas; bey der Fällung durch die Kreide entſtand ein Brauſen ohne Hitze, das Queckſilber fiel zu einem nicht ſehr dunkelgelben Pulver nieder, und zu gleicher Zeit ward die Kreide aufgelößt; die Fällung durch den Kalk ging ohne Brauſen, aber mit Erhitzung vor ſich, und das Queckſilber fiel zu einem bräunlichen Pulver nieder. Nach dem Ausſüßen

ſüßen und Trocknen wog der Niederſchlag, welchen die Kreide geliefert hatte, 2 Unzen 2 Quentchen 45 Gran, und der andere durch Kalk gefällte 2 Unzen 1 Quent. 5 Gran und ſahe todtig und dunkelgrau aus.

Ferner brachte er in 6 Unzen Salpeterſäure nach und nach Eiſenfeile, wobey ein ſtarkes Brauſen mit ſehr ſtarker Hitze erfolgte, und rothe Dämpfe mit einer ſehr ſchnellen Entbindung elaſtiſcher Flüſſigkeit aufſtiegen. Die Feilſpähne betrugen, um die Säure zu ſättigen, 2 Unzen 4 Quent., und der Verluſt am Gewichte 4 Quent. 19 Gran. Zu der Auflöſung goß er deſtillirtes Waſſer hinzu, bis ſie in allem genau 6 Pfund wog.

Hiernächſt nahm er von dieſer Auflöſung 2 Theile, jeden von 12 Unzen, welche 2 Unzen Salpeterſäure und 2 Quent. 36 Gran Eiſenfeile enthielten, goß ſolche in zwey beſondere offene Gläſer, that zu dem einen 6 Quent. 36 Gran Kreide, und zu dem andern 4 Quent. 36 Gran gelöſchten Kalk hinzu. Die Fällung mittelſt der Kreide ging mit Brauſen und Aufſchwellen vor ſich; mit dem Kalke erfolgte ſolche ohne Brauſen und ohne Hitze. Nach dem Ausſüßen und Austrocknen wog der durch Kreide erhaltene Niederſchlag 6 Quent. 35 Gran, und der durch den Kalk erhaltene 4 Quent. 69 Gran.

Aus dieſen Verſuchen folgerte Lavoiſier:

1. Daß das Eiſen und das Queckſilber überhaupt einen merklichen Zuwachs erhalten, wenn ſie aus ihrer Auflöſung in Salpeterſäuren niedergeſchlagen werden, es mag ſolches durch Kreide oder Kalk geſchehen.

2. Daß dieſer Zuwachs beym Eiſen größer als beym Queckſilber ſey.

3. Daß ein Grund zu denken iſt, daß die elaſtiſche Flüſſigkeit zu dieſem Zuwachſe etwas beytrage, und daß dieſer Zuwachs beſtändig größer iſt, wenn man eine mit elaſtiſcher Flüſſigkeit geſättigte Erde, z. B. Kreide anwendet, als wenn man eine Erde, welche derſelben beraubt iſt, z. B. Kalk, dazu gebraucht.

4. Daß der Zuwachs, welchen man bey der Fällung durch den Kalk am Gewichte wahrnimmt, ob er gleich geringer iſt, als der, welchen man durch die Kreide erhält, dennoch wahrſcheinlich ebenfalls zum Theil von einem Antheile elaſtiſcher Flüſſigkeit herrühre, welcher wahrſcheinlich mit dem Kalke vereinigt bleibt, und durch die Verkalkung nicht hat abgeſondert werden können.

Herr Lavoiſier bemerkt, daß auch bey der Vorausſetzung, dieſe angeführten Verſuche gäben keinen vollſtändigen Beweis von der Vereinigung einer elaſtiſchen Flüſſigkeit mit den metalliſchen Subſtanzen, dennoch ein hinreichender Grund vorhanden ſey, ihn zu genauern Unterſuchungen dieſes Gegenſtandes zu bewegen. Hier fing er zu vermuthen an, daß die Luft des Dunſtkreiſes, oder eine in der Luft befindliche elaſtiſche Flüſſigkeit, von welcher Art ſie auch wäre, unter ſehr vielen Umſtänden an die Metalle gebunden zu werden und ſich mit ihnen zu vereinigen im Stande wäre; daß von dem Beytritte dieſes Stoffs die Erſcheinungen der Verkalkung, die Zunahme des Gewichts der Metalle bey ihrer Veränderung zu Kalken, und vielleicht viele andere Erſcheinungen herrührten, von welchen die Naturkündiger bisher noch keine befriedigende Erklärung gegeben hätten. Dieſe Muthmaßungen erhielten durch folgende Betrachtungen einen ſehr großen Grad von Wahrſcheinlichkeit:

1. Kann die Verkalkung der Metalle in genau verſchloſſenen und luftleeren Gefäßen nicht ſtatt finden.

2. Geht ſie deſto ſchneller von ſtatten, je größere Oberflächen das Metall der Luft darbietet.

3. Iſt es eine von allen Metallurgen anerkannte und von allen Chemikern wahrgenommene Thatſache, daß bey jeder Reduktion in dem Augenblicke, da der metalliſche Stoff aus dem kalkförmigen Zuſtande in den metalliſchen übergeht, ein Brauſen erfolgt; nun iſt aber das Brauſen gemeiniglich nichts anders, als eine Entbindung elaſtiſcher Flüſſigkeit, und alſo enthält der Kalk eine elaſtiſche Flüſſigkeit in feſter Geſtalt, welche ihre Elaſticität in dem Augenblicke der Wiederherſtellung wieder erhält.

Wie wahrſcheinlich ihm auch dieſe Vermuthungen zu ſeyn ſcheinen, ſo durften ſie doch nicht eher angenommen werden, als bis ſie durch Erfahrungen waren beſtätigt worden. Zu dieſer Abſicht ſtellte Lavoiſier eine Reihe von Verſuchen an. Er verfertigte ſich hiezu einen eigenen Apparat, um die bey der Wiederherſtellung entbundene oder eingeſogene elaſtiſche Flüſſigkeit zu meſſen. Unter andern reducirte er Bley aus Mennige; das Gewicht der angewandten Mennige betrug 6 Unzen 6 Quent., nach der Reduktion aber nur 5 Unzen 7 Quent. 66 Gran, mithin der Verluſt 6 Quent. 6 Gran; die Menge der entbundenen elaſtiſchen Flüſſigkeit aber betrug nur 560 Cubikzoll, welche etwa 4 Quent. 34 Gran wogen, alſo einen Mangel von 1 Quent. 44 Gran zeigte. Einige Tropfen Waſſer, welche Lavoiſier bey allen angeſtellten Wiederherſtellungen des Bleykalks beſtändig in der Vorlage gefunden hatte, brachten ihn auf den Gedanken, daß, außer der entbundenen elaſtiſchen

Flüſſigkeit noch ein Antheil Waſſer in der Mennige befindlich wäre, daß ſich ſolches während der Reduktion davon ſcheide, und wahrſcheinlich die Urſache des wahrgenommenen Verluſts am Gewichte wäre; da die Vorlage aber zu klein war, als daß ſich die Dämpfe in ihr hinlänglich hätten verdichten können, ſo hielt er für dienlich, den Verſuch in einem gewöhnlichen Deſtillirgeräthe zu wiederholen, und dabey genauer zu operiren. Zu dieſem Verſuche nahm er ebenfalls 6 Unzen Mennige und 6 Quent. Kohlenſtaub; das aufgefangene Waſſer wog nicht über 24 Gran. Indeſſen ſchien es ihm wahrſcheinlich, daß mehr entbunden, und ein Theil deſſelben durch den Zug der elaſtiſchen Flüſſigkeit mit fortgeriſſen und in Dämpfe durch die Stöpſelöffnung der Vorlage verjagt würde.

Da nun bey dieſem Verſuche die gewonnene elaſtiſche Flüſſigkeit höchſtens $4\frac{1}{2}$ Quentchen betrug, mithin weniger, als das Gewicht der angewandten Kohle, ſo vermuthete Lavoiſier, daß vielleicht die Kohle bey dem nämlichen Grade der Hitze, als bey der Reduktion des Bleykalks nöthig war, eine ſolche elaſtiſche Flüſſigkeit zu geben vermögend ſey. Deßwegen ſtellte er noch einige andere Verſuche an, um dieß aufs genaueſte zu entſcheiden. Allein alle dieſe Verſuche ſchienen entſcheidend zu beweiſen, daß die Kohle die Entbindung der elaſtiſchen Flüſſigkeit nicht allein bewirke; auch thut es die Mennige nicht allein; der größte Theil der entbundenen elaſtiſchen Flüſſigkeit entſtehe alſo aus der Vereinigung des Kohlenſtaubes mit der Mennige. Dieſer Umſtand leite uns, ſagt Lavoiſier, auf ſehr wichtige Betrachtungen über den Nutzen der Kohle und der kohligen Stoffe überhaupt, bey den Wiederherſtellungen der Metalle. Dienen

nen ſie, frägt er, wie die Schüler des Herrn Stahl meinen, den Metallen das verlorne Brennbare wieder zu geben? oder gehen ſie in die Zuſammenſetzung der elaſtiſchen Flüſſigkeit ſelbſt ein? Der bisherige Zuſtand unſerer Kenntniſſe verſtatte uns hierüber noch keinen Ausſpruch.

Dürfte man aber Muthmaßungen wagen, ſo würde er ſagen, daß einige Verſuche ihm zu glauben bewegten, daß alle elaſtiſche Flüſſigkeit aus der Verbindung eines Körpers mit einem entzündbaren Grundſtoffe, oder vielleicht gar mit dem reinen Feuerweſen entſtehe, und von dieſer Verbindung die elaſtiſche Beſchaffenheit abhange; noch würde er hinzufügen, daß der an die Metallkalke gebundene Stoff, welcher das Gewicht derſelben vermehre, nach dieſer Lehrmeynung eigentlich keine elaſtiſche Flüſſigkeit, ſondern der fixe Theil einer elaſtiſchen Flüſſigkeit ſey, welcher ſeines brennbaren Grundſtoffs beraubt iſt. Alsdann würde die hauptſächlichſte Beſtimmung der Kohle in allen kohligen Stoffen, welche zu den Wiederherſtellungen angewandt werden, diejenige ſeyn, der gebundenen elaſtiſchen Flüſſigkeit das Brennbare, das Feuerweſen, und zu gleicher Zeit die davon abhangende Elaſticität wieder zu geben.

Wenn auch gleich dieſe Meynung der Stahlſchen entgegen zu ſeyn ſcheine, ſo ließe ſie ſich doch vielleicht mit derſelben vereinbaren; es ſey nämlich möglich, daß der Zuſatz der Kohle, bey den Wiederherſtellungen der Kalke, zu gleicher Zeit zwey Abſichten erfülle: 1. dem Metalle den verlornen entzündbaren Grundſtoff wieder zu geben; 2. der in dem Kalke gebundenen elaſtiſchen Flüſſigkeit ihren Grundſtoff wieder zu geben, welcher ihre Elaſticität zuwege bringe.

Nachdem nun Lavoiſier auf ſolche Art das Daſeyn einer gebundenen elaſtiſchen Flüſſigkeit erwieſen hatte, welche bey der Wiederherſtellung der Metallkalke entbunden wird, ſo glaubt er auch mit allem Rechte fordern zu dürfen, daß auch gezeigt werden müſſe, daß bey der Verkalkung der Metalle eine Einſaugung der nämlichen Flüſſigkeit erfolge, und die Verkalkung ſelbſt der Menge dieſer Einſaugung beynahe in einem gewiſſen Verhältniſſe entſpreche. Zu dem Ende ſtellte er eine Menge Verſuche dieſer Art an, aus welchen er folgende Schlüſſe ziehen konnte:

1. Daß die Verkalkung der Metalle bey weitem nicht ſo leicht vor ſich gehe, wenn ſie in einem unter einer gläſernen Glocke befindlichen Antheil von Luft eingeſchloſſen ſind, als in freyer Luft.

2. Daß dieſe Verkalkung ſogar Grenzen habe, d. i. daß man die Verkalkung in einer gegebenen Menge Luft nicht mehr weiter treiben könne, wenn ein gewiſſer Antheil Metall in derſelben verkalkt worden iſt.

3. Daß in dem Maaße, wie die Verkalkung vor ſich geht, eine Abnahme am Umfange der Luft erfolge, und ſolche der Zunahme des Metalls beynahe entſpreche.

4. Daß es, wenn man dieſe Thatſachen mit den vorigen vergleicht, erwieſen zu ſeyn ſcheint, daß ſich eine elaſtiſche Flüſſigkeit mit den Metallen, während ihrer Verkalkung, verbinde, welche an ſie gebunden wird, und daß ihre Zunahme am Gewichte von dieſer Bindung herrühre.

5. Daß verſchiedene Umſtände uns Gründe an die Hand geben würden, zu glauben, nicht alle

Luft, welche wir athmen, ſey geſchickt, gebunden zu werden, um in die Verbindung der Metallkalke einzugehen, ſondern es ſey eine beſondere elaſtiſche Flüſſigkeit in dem Dunſtkreiſe befindlich, welche mit der Luft gemiſcht ſey, und in dem Augenblicke, da die unter der Glocke enthaltene Menge dieſer Flüſſigkeit erſchöpft ſey, könne auch die Verkalkung nicht mehr ſtatt finden.

Außerdem ſchienen auch dieſe Verſuche auf folgende zwey Schlüſſe zu leiten: 1. daß die Verkalkung der Metalle in genau verſchloſſenen Gefäßen nicht, oder zum wenigſten nur im Verhältniſſe des in denſelben eingeſchloſſenen Antheils bindbarer Luft, ſtatt finden könne, 2. daß im Fall die Verkalkung in genau verſchloſſenen und luftleeren Gefäßen vor ſich gehen könne, ſolche alsdann ohne einen Zuwachs am Gewichte und folglich unter ganz andern Umſtänden vor ſich gehen müſſe, als bey den in der Luft angeſtellten Verkalkungen wahrgenommen werden.

Hierauf unternahm Lavoiſier eine Reihe Verſuche, welche beſonders dazu geeignet waren, zu beweiſen, daß die elaſtiſche Flüſſigkeit, welche ſich bey der Wiederherſtellung der Metallkalke entbindet, mit derjenigen völlig einerley ſey, welche durchs Brauſen entwickelt wird. Dieſe Verſuche gaben ihm folgende Reſultate:

1. Daß ſich zwiſchen der bey der Wiederherſtellung des Bleys aus der Mennige und der beym Brauſen entbundenen elaſtiſchen Flüſſigkeit eine beynahe vollkommene Aehnlichkeit finde, und beyde die nämlichen Erſcheinungen an dem Kalkwaſſer, der Kalkerde, den brennbaren Körpern und den Thieren bewirken.

2. Daß dieſe beyden Flüſſigkeiten 1. aus einem bindbaren, einer Verbindung mit dem Waſſer, Kalke u. a. m. fähigen Theile, 2. aus einem Theile beſtehen, welcher viel ſchwerer zu binden, das Leben der Thiere bis zu einer gewiſſen Stufe zu erhalten im Stande iſt, und, in Anſehung ſeiner Beſchaffenheit, der Luſt des Dunſtkreiſes ſehr nahe zu kommen ſcheint.

3. Daß dieſer Antheil gemeiner Luſt in der bey den Wiederherſtellungen der Metalle entbundenen elaſtiſchen Flüſſigkeit ein wenig beträchtlicher ſey, als in der, welche von der Kreide entbunden wird.

4. Daß die ſchädliche Eigenſchaft dieſer Flüſſigkeit offenbar in dem bindbaren Theile ihren Sitz zu haben ſcheine, weil ſie den Thieren deſto weniger nachtheilig iſt, je mehr ſie deſſen beraubt worden.

5. Daß man noch durch nichts in den Stand geſetzt iſt, zu entſcheiden, ob der bindbare Theil der elaſtiſchen Flüſſigkeit, von dem Brauſen und den Wiederherſtellungen, ein von der Luft weſentlich verſchiedener Stoff, oder ob es die Luft ſelbſt ſey, welcher eine Sache zugeſetzt, oder entzogen worden ſey.

Ein beſonderer Gegenſtand dieſer Unterſuchung ward der Kunkelſche Phosphor. Lavoiſier hat hierüber ſehr merkwürdige Verſuche angeſtellt, und wichtige Folgen daraus gezogen. Unter andern brachte er 24 Gran Phosphor in einem agathenen Schälchen unter eine in Queckſilber geſenkte Glocke. Durch das Brennglas entzündete er ſich ſchnell, hörte aber bald zu brennen auf, obgleich noch eine beträchtliche Menge Phosphor unverbrannt zurückblieb, und es war nicht mehr möglich, ſolchen vermittelſt des Brennglaſes wieder zu entzünden; er gelangte zwar dahin, den Phos-

phor

phor zu ſchmelzen, ſieden zu laſſen, ja ſogar aufzu-treiben, aber er entzündete ſich nicht mehr. Der bey dieſem Verſuche eingeſogene Theil Luft betrug ohngefähr 17 bis 18 Zoll, und als er die übrig gebliebene Menge Phosphor mit der angewandten verglich, ſo fand es ſich, daß die verbrannte Menge 6 bis 7 Gran betragen hatte. Bey Wiederholung dieſer Verſuche erhielt er beſtändig einerley Ausſchlag, aber nie konnte er die Einſaugung des Lichts über $\frac{1}{5}$ des ganzen Volumens treiben. Oft verſuchte er es, nach einigen Stunden durch Aufhebung der Glocke wieder Luft unter dieſelbe zu bringen; ſobald der Phosphor von der friſchen Luft berührt ward, ſo entzündete er ſich auf der Stelle, und wenn er ihn von neuem mit einer andern Glocke von demſelben Inhalte bedeckte, ſo brannten noch 6 bis 8 Gran von demſelben ab, worauf der Phosphor erloſch, ohne daß es möglich geweſen wäre, ihn anders, als durch Ertheilung friſcher Luft, wieder anzuzünden.

Dieſe Verſuche ſchienen Lavoiſier'n ſchon auf den Gedanken zu leiten, daß ſich die Luft des Dunſtkreiſes, oder eine andere in der Luft enthaltene elaſtiſche Flüſſigkeit, welcher Art ſolche auch ſey, während dem Verbrennen mit den Dämpfen des Phosphors verbinde; indeſſen war noch zwiſchen einer Muthmaßung und einem vollſtändigen Beweiſe ein großer Abſtand, und der Hauptpunkt war vor allen Dingen in Gewißheit zu ſetzen: daß wirklich eine Verbindung eines Stoffs mit dem Phosphordampfe während der Verbrennung deſſelben erfolge. Folgende Verſuche ſchienen ihm dieſen Beweis hinreichend zu liefern.

Er ließ ein kleines Gläschen mit 8 Gran Phosphor in eine weithalſige Flaſche von Kryſtallglas hinein, ſtopfte ſie luftdicht mit einem Korke zu, und wog ſie bis zur Genauigkeit eines halben Grans ab, öffnete darauf die Flaſche wieder, ſtellte ſie ſogleich unter die Glocke, die er vorher gebraucht hatte, und zündete den Phosphor mit einem Brennglaſe an. Die Phosphorſäure ſtieg in weißen Flocken auf, welche ſich größtentheils an die innern Wände der Flaſche und des Gläschens anſetzten; wenigſtens $\frac{1}{4}$ ging aus der Flaſche heraus, und ward theils auf der Oberfläche des Queckſilbers, theils an den innern Wänden der Glocke, theils auch an der äußern Oberfläche der Flaſche abgeſetzt. Nach der Erkaltung der Gefäße fand ſich eine Einſaugung von 16 bis 17 Cubikzoll, und es war auch ein kleiner Theil gelber, unverbrannter Stoff zurück geblieben. Die Flaſche pfropfte er wieder mit dem Korke feſt zu, und zwar innerhalb 4 Sekunden. Nachdem er ſie nun auswendig genau gereinigt hatte, fand er, daß ſie um 6 Gran am Gewichte zugenommen hatte, daß mithin, ſtatt 8 Gran Phosphor, 14 Gran, theils trockene Phosphorſäure, theils halbzerlegter Phosphor, in derſelben befindlich waren. Die eingeſogene Luft betrug höchſtens 17 Zoll, welche ſich mit dem Phosphor verbunden hatte, um die Phosphorſäure zu erzeugen; dieſe Menge Luft hat alſo dem Phosphor eine Gewichtszunahme von 10 bis 12 Gran ertheilt. Mithin wiegt der Cubikzoll der eingeſogenen elaſtiſchen Flüſſigkeit ohngefähr $\frac{2}{3}$ Gran, d. i. beynahe $\frac{1}{4}$ mehr, als die Luft, welche wir athmen.

Iſt aber, frägt Lavoiſier, der von dem Phosphor während der Verbrennung deſſelben eingeſogene Stoff der ſchwerſte Beſtandtheil der Luft, warum

um ſollte er nicht das Waſſer ſelbſt ſeyn, welches dieſe Flüſſigkeit aufgelößt hält, und welches in ſo großer Menge im Dunſtkreiſe verbreitet iſt? Ohne Zweifel, dachte er, wird das Waſſer nothwendig zur Nahrung der Flamme erfordert; ſo lange die Luft welches enthält, iſt ſie zur Unterhaltung des Verbrennens geſchickt; iſt ſie deſſelben beraubt, ſo kann die Verbrennung nicht länger ſtatt finden.

Dieſe Meynung bot ſich ihm mit einem verführeriſchen Anſcheine von Wahrheit dar. Soll ſie aber richtig ſeyn, ſo müſſen dreyerley Dinge daraus erwachſen:

1. Daß das Abbrennen, anſtatt aufzuhören, ſehr lange fortdauern muß, wenn man der unter der Glocke eingeſchloſſenen Luft, in welcher der Phosphor brennt, zu Dünſten gewordenes Waſſer in dem Verhältniſſe wieder gibt, in welchem ſolches eingeſogen wird.

2. Daß in ſolchem Falle an dem Umfange der Luft keine Abnahme mehr in dem Verhältniſſe ſtatt finden muß, in welchem der Phosphor brennt.

3. Daß wenn man einem Umfange Luft, in welchem man Phosphor gebrannt hat, und welche folglich an Waſſer erſchöpft iſt und beynahe um $\frac{1}{5}$ abgenommen hat, zu Dünſten gewordenes Waſſer wieder gibt, man ihrem Umfange einen Zuwachs ertheilen muß, welcher der während dem Verbrennen erlittenen Abnahme gleich iſt.

Dieſe Betrachtungen gaben ihm Veranlaſſung zu folgenden Verſuchen. Er goß eine hinreichende Menge Queckſilber in eine kleine Schale, ließ zwey kleine agathene Schälchen darauf ſchwimmen, von

welchen das eine 8 Gran Phosphor, und das andere ohngefähr 1 Quentchen Waſſer enthielt, bedeckte beyde mit einer Glocke von Kryſtallglas, und ließ anfänglich das Brennglas auf das Schälchen wirken, in welchem ſich das Waſſer befand; in wenigen Minuten ward es heiß, nachher ſtiegen Dämpfe auf, welche zu Tropfen verdichtet wurden, und an den Wänden der Glocke herabfloſſen. Als er nun verſichert war, daß ein häufiger Dunſtkreis von Dämpfen unter der Glocke befindlich war, ließ er den Brennpunkt auf den Phosphor fallen. Das Abbrennen ging wie gewöhnlich vor ſich, es ward eben ſo viel Luft eingeſogen und der Verſuch fiel von allen über Queckſilber angeſtellten nicht weiter verſchieden aus, als daß ſich die Säure, anſtatt weiße Blumen zu geben und eine trockene Geſtalt zu haben, wegen der Menge Waſſer in Tropfen an die Wände der Glocke anſetzte.

Lavoiſier wiederholte denſelben Verſuch, nur daß er mittelſt des Brennglaſes den Phosphor zuerſt entzündete, und hernach das Waſſer zum Sieden brachte. Die ſauren Dämpfe ſetzten ſich an den Wänden der Glocke zu Flocken an, welche wegen des Waſſers zerfloſſen. Als die Gefäße kalt geworden waren, ward die Einſaugung der Luft der bey den vorhergehenden Verſuchen beynahe gleich befunden; ſodann ließ er den Brennpunkt auf das Waſſer im Schälchen fallen und ſolches ſieden. Der Dampf ſammelte ſich an den Wänden zu Tropfen, aber die Höhe des Queckſilbers nahm weder zu noch ab, d. i. der Umfang der Luft blieb ſehr genau der nämliche.

Selbſt wenn er mehr Phosphor unter die Glocke brachte, war der Erfolg beſtändig derſelbe.

Dieſen

Dieſen Verſuchen zu Folge ſchien es ausgemacht zu ſeyn, daß die Abnahme des Umfangs der Luft, welche man während des Verbrennens des Phosphors wahrnimmt, nicht von der Einſaugung des in derſelben befindlichen Waſſers herrühre; daß die größere oder geringere Menge Waſſer, welche unter die Glocke gebracht und mit der daſelbſt eingeſchloſſenen Luft verbunden iſt, an den Erſcheinungen keine Aenderung bewirke, und der einzige daher entſtehende Unterſchied der ſey, daß man die Säure trocken oder flüſſig erhalte. Vielmehr glaubt er daraus als erwieſen annehmen zu dürfen: 1. daß der größte Theil des von dem Phosphor während ſeiner Verbrennung eingeſogenen Stoffs etwas anders als Waſſer ſey; 2. daß dieſem Stoffe die Phosphorſäure den größten Theil ihres Zuwachſes am Gewichte zu danken habe, und 3. daß ſeiner Entziehung die Luft, in welcher man Phosphor hat brennen laſſen, ihre Abnahme am Umfange zu danken habe. Zuletzt führt Lavoiſier noch einen Verſuch an, welcher dieſe Wahrheiten völlig einleuchtend machte.

Nun dachte Lavoiſier, beſteht die Verbrennung des Phosphors weſentlich in der Einſaugung der Luft, oder einer andern in der Luft befindlichen elaſtiſchen Flüſſigkeit, ſo muß daraus folgen, daß die Verbrennung des Phosphors ohne Luft nicht von ſtatten gehen, mithin im leeren Raume der Luftpumpe nicht gedenkbar ſeyn könne. Wirklich konnte er auch weder eine Verbrennung des Phosphors und des Schwefels, noch eine Verpuffung des Schießpulvers unter der luftleeren Glocke bewirken.

Endlich brachte er in die Luft, in welcher Phosphor gebrannt hatte, einen Vogel, und ließ ihn eine

gute

gute halbe Minute darin. Allein er nahm nicht wahr, daß er ſchwerer als in der gewöhnlichen Luft athmete, und nichts zeigte ihm an, daß er etwas in derſelben litte; dagegen ſtarb ein Thier beym erſten Athemzuge in der ſogenannten fixen Luft.

Ferner brachte er eine brennende Kerze in dieſe Luft; dieſe verloſch aber ſogleich, wie in der elaſtiſchen Flüſſigkeit vom Brauſen und von den Wiederherſtellungen. Als er die Kerze verſchiedenemal wieder anzündete, erloſch ſie beſtändig in derſelben. Indeſſen nahm er wahr, daß dieſer Verſuch mit dieſer Luft nicht ſo oft wiederholt werden konnte, als mit der Luft vom Brauſen und von den Wiederherſtellungen, welches ihn auf die Meynung brachte, daß ſie ſich leichter und geſchwinder mit der Luft des Dunſtkreiſes miſche.

Zuletzt verſuchte er, eine Miſchung von $\frac{1}{3}$ elaſtiſcher Flüſſigkeit vom Brauſen, und Luft, welche zur Verbrennung des Phosphors gedient hatte, zu bewirken, um vielleicht die letztere zu verbeſſern, und ihr die Eigenſchaft, brennende Körper zu unterhalten, wieder zu ertheilen. Als die Miſchung veranſtaltet war, füllte er ein enges Glas mit derſelben an, und ließ eine Kerze hinein, aber ſie erloſch ſogleich in derſelben.

So entſcheidend alle dieſe Verſuche zu ſeyn ſchienen, um daraus den Schluß zu ziehen, daß ſich ein Stoff in der atmoſphäriſchen Luft befindet, welcher ſich während der Verkalkung der Metalle, des Verbrennens u. ſ. w. mit den Metallen und den verbrennlichen Körpern verbindet, ſo beſcheiden war doch Lavoiſier, ſolchen vorläufig nicht mit Strenge zu behaupten. Er ſuchte vielmehr alle ihm vorkommenden ſcheinbaren Widerſprüche ſeiner Meynung erſt zu widerlegen,

einem zum Athmen dienlichen Zuſtande befindlich, ſondern der dazu taugliche Antheil derjenige ſey, welcher ſich mit den Metallen, während ihrer Verkalkung, verbindet, und derjenige, welcher nach der Verkalkung übrig bleibt, eine Art von Stickluft, und ſowohl das Athmen der Thiere, als die Entzündung der Körper zu unterhalten unfähig ſey. Nicht allein die atmoſphäriſche Luft ſcheine ihm offenbar aus zwey elaſtiſchen Flüſſigkeiten von ſehr verſchiedener Beſchaffenheit zuſammengeſetzt zu ſeyn, ſondern er vermuthe auch, daß der ſchädliche und ſtickluſtige Theil ſehr zuſammengeſetzt ſey.

Nach Vollendung ſeiner Arbeit erhielt Lavoiſier von dem Pater Beccaria vom 12ten Nov. 1774. ein Schreiben, worin dieſer folgenden Verſuch meldet, welchen D. Cigna im 12ten Bande der Turinſchen miſcellan. S. 176. anführt.

Er habe geraspeltes Zinn in einer hermetiſch verſiegelten, ſehr ſtarken gläſernen Flaſche geſchmolzen, wobey ein ſehr dünnes Kalkhäutchen entſtanden ſey, das aber nicht weiter zugenommen habe. Löthete er gläſerne Gefäße hermetiſch an dieſe Flaſche, ſo habe der Antheil Kalk, der erzeugt wurde, nach Verhältniß ihrer Geräumigkeit zugenommen; die volle Summe des Gewichts ſey die nämliche geblieben; aber die hinzugefügten Flaſchen, welche vor der Verkalkung mit der Flaſche in einer gewiſſen Stufe im Gleichgewicht geſtanden hätten, hätten nach der Vorrichtung aufgehört, es zu thun, er habe ſie leichter befunden, und jene habe ein Uebergewicht gehabt.

Hieraus ſchließt nun Lavoiſier wiederum, daß ein Antheil Luft an das Metall, während ſeiner Verkalkung

kalkung, gebunden werde, und von dieſer Bindung die Zunahme, welche es am Gewicht erhält, herrühre o).

In einem nicht lange darauf erfolgten neuen Aufſatze p) ſucht Lavoiſier die Beſchaffenheit dieſes Grundſtoffs, welcher ſich mit den Metallen während ihrer Verkalkung verbindet und ihr Gewicht vermehrt, näher zu beſtimmen. Er bemüht ſich zu zeigen, daß dieſer Grundſtoff nichts anders, als der heilſamſte und reinſte Antheil der Luft iſt, ſo daß, wenn die Luft, nachdem ſie eine metalliſche Verbindung eingegangen iſt, wieder frey wird, ſelbige in einem offenbar zum Athmen tauglichern und zur Unterhaltung der Entzündung und Verbrennung der Körper geſchicktern Zuſtande wieder zum Vorſchein kommt, als die Luft des Dunſtkreiſes iſt.

Die meiſten Metallkalke werden nur durch die unmittelbare Berührung eines kohligen Stoffs, oder eines ſonſtigen Stoffs, welcher das ſogenannte Brennbare enthält, wieder hergeſtellt. Die Kohle, welche man dazu anwendet, wird bey dieſer Verrichtung ganz und gar zerſtört, wenn die Menge derſelben im gehörigen Verhältniſſe ſteht; daraus folgt, daß die Luft, welche bey den Wiederherſtellungen der Metalle durch die Kohle entbunden wird, kein einfaches Weſen, ſon-

o) Mémoire ſur la calcination de l'etain dans les vaiſſeaux fermés; et ſur la cauſe de l'augmentation de poids, qu'acquiert ce metal pendant cette operation in Mémoir. de l'Acad. à Paris 1774. p. 351. ſq.

p) Mémoir. ſur la nature du principe qui ſe combine avec les meteaux pendant leur calcination et qui en augmente le poids; in den Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. an. 1775. à Paris 1778 4. S. 520.

ſondern gewiſſer Maaßen der Ausſchlag der Verbindung der vom Metalle und der von der Kohle entbundenen elaſtiſchen Flüſſigkeit iſt; man iſt alſo daraus, daß man dieſe Flüſſigkeit in dem Zuſtande fixer Luft erhält, noch nicht zu ſchließen berechtigt, daß ſie in ſolchem Zuſtande in dem Metallkalke, vor deſſen Verbindung mit der Kohle, befindlich geweſen ſey.

Dieſe Betrachtungen ließen ihm einſehen, wie nothwendig es zur Aufdeckung des Geheimniſſes der Wiederherſtellung der Metallkalke war, alle ſeine Verſuche mit ſolchen anzuſtellen, welche ſich ohne einen Zuſatz wieder herſtellen laſſen. Die Eiſenkalke bothen ihm dieſe Eigenſchaft dar; von allen natürlichen und künſtlichen, welche von ihm unter die Brennpunkte der großen Brenngläſer gebracht wurden, war kein einziger, welcher nicht ohne einigen Zuſatz völlig wieder hergeſtellt worden wäre.

Er verſuchte daher, verſchiedene Arten von Eiſenkalken unter großen, umgekehrten, in Queckſilber geſtellten gläſernen Glocken mit Hülfe des Brennglaſes wieder herzuſtellen, und es glückte ihm, durch dieſes Mittel eine große Menge elaſtiſcher Flüſſigkeit aus denſelben zu entbinden; da dieſe elaſtiſche Flüſſigkeit aber zugleich mit der in der Glocke enthaltenen Luft gemengt war, ſo machte dieſer Umſtand ſeine Reſultate etwas ungewiß. Keine von den Proben, welchen er dieſe Luft unterwarf, war ihm genügend, und es war ihm unmöglich, mit Gewißheit zu beſtimmen, ob die Erſcheinungen, welche er erhielt, von der gemeinen Luft, oder von der aus dem Eiſenkalke entbundenen, oder von der Verbindung beyder zuſammen herrührten.

Da alle dieſe Schwierigkeiten von der Beſchaffenheit des Eiſens ſelbſt, es ohne einen Zuſatz wieder herzuſtellen, herrührten, ſo unterſuchte er lieber den Niederſchlag des Queckſilbers, welcher ſich in einer ſehr mäßigen Hitze wieder herſtellen läßt. Er mengte zu dem Ende 1 Unze dieſes Queckſilberniederſchlags mit 48 Gran Kohlenſtaub zuſammen in eine kleine gläſerne Retorte, welche höchſtens 2 Cubikzoll faßte. Der Hals der Retorte war ohngefähr 1 Fuß lang und hielt 3 bis 4 Linien im Durchmeſſer; er war ſo gebogen, daß ſein Ende unter eine hinlänglich große mit Waſſer angefüllte und umgekehrt in eine kleine ebenfalls mit Waſſer angefüllte Kufe geſtellte Glocke faßte. Sobald die Retorte erhitzt wurde, ward die in ihr befindliche atmoſphäriſche Luft ausgedehnt, und einige wenige ging in die Glocke über, welche aber keinen merklichen Irrthum veranlaſſen konnte. Nach und nach fing ſich Luft mit vieler Schnelligkeit zu entbinden an, und ſtieg durch das Waſſer in die Glocke auf. Nachdem nun aller Queckſilberkalk reducirt war und keine Entwickelung der Luft mehr ſtatt fand, betrug die Menge der entbundenen Luft 64 Cubikzoll, ohne den Theil zu rechnen, welcher ſich mit dem Waſſer verbunden hatte.

Aus den Verſuchen, welche er mit dieſer Luft anſtellte, ergaben ſich folgende Reſultate:

1. Sie war fähig, ſich mit dem Waſſer durch Schütteln zu verbinden, und demſelben alle Eigenſchaften der Sauerbrunnen zu ertheilen.

2. Sie tödtete Thiere, welche man in ſelbige brachte, in einigen Sekunden.

3. Alle verbrennliche Körper verloſchen in derſelben augenblicklich.

4. Sie fällte das Kalkwaſſer.

5. Sie verband ſich ſowohl mit den fixen als flüchtigen Laugenſalzen mit großer Leichtigkeit, und benahm ihnen ihre ätzende Beſchaffenheit.

Durch dieſen Verſuch war es alſo ausgemacht, daß das für ſich verkalkte Queckſilber bey ſeiner Wiederherſtellung durch zugeſetztes Brennbares die nämlichen Produkte, als die übrigen Metallkalke, gab, und mithin zur allgemeinen Claſſe der Metallkalke zu rechnen war.

Nun kam es darauf an, dieſen Kalk für ſich allein zu unterſuchen, ihn ohne einen Zuſatz wieder herzuſtellen, und zu ſehen, ob ſich ebenfalls eine elaſtiſche Flüſſigkeit aus ihm entwickeln laſſe. Zur Erreichung dieſer Abſicht nahm er 1 Unze für ſich verkalktes Queckſilber, that ſie in eine Retorte, welche ebenfalls 2 Cubikzoll faßte, und verfuhr wie vorhin. Nach geendigtem Prozeſſe ward in der Retorte 7 Quentchen 18 Gran laufendes Queckſilber gefunden, und die übergegangene Menge Luft betrug 78 Cubikzoll; woraus folgt, daß jeder Cubikzoll etwas weniger, als $\frac{2}{3}$ eines Grans wiegen mußte, welches von der Schwere der gemeinen Luft nicht ſehr abweicht.

Nachdem er mit dieſer gewonnenen Luft Verſuche anſtellte, ſo fand er mit vieler Verwunderung

1. daß ſie nicht im Stande war, ſich durch Schütteln mit Waſſer zu verbinden.

2. Daß ſie das Kalkwaſſer nicht fällte, ſondern es nur, auf eine beynahe unmerkliche Weiſe, trübe machte.

3. Daß ſie ſowohl mit den fixen als flüchtigen Laugenſalzen keine Verbindung einging.

4. Daß ſie ihre ätzende Eigenſchaft keinesweges verminderte.

5. Daß ſie wiederum zur Verkalkung der Metalle dienen konnte.

6. Kurz daß ſie keine Eigenſchaft der fixen Luft beſaß. Zur Unterhaltung des Athmens der Thiere ſchien ſie außerordentlich geſchickt zu ſeyn; Kerzen und Lichter verloſchen nicht nur in ihr nicht, ſondern die Flamme ward auf eine ſehr merkliche Weiſe vergrößert, und verbreitete viel mehr Licht, als in der gemeinen Luft; die Kohle brannte in ihr beynahe mit einem ſolchen Scheine, als der Phosphor, und alle verbrennliche Körper überhaupt wurden ſehr ſchnell in ihr verzehrt.

Alle dieſe Umſtände überführten Lavoiſier'n völlig, daß dieſe Luft, anſtatt fixe zu ſeyn, eine viel tauglichere zum Athmen, eine viel verbrennlichere Eigenſchaft hatte und folglich reiner, als die Luft ſelbſt war, in der wir leben.

Hierdurch ſchien nun erwieſen zu werden, daß der Grundſtoff, welcher ſich mit den Metallen während ihrer Verkalkung verbindet und ihr Gewicht vermehrt, nichts anders, als der reinſte Antheil der Luft ſelbſt iſt, welche uns umgibt, welchen wir athmen, und welcher bey dieſer Verrichtung aus dem Stande der Ausdehnbarkeit zum Stande der Feſtigkeit übergeht. Erhält man ſie alſo bey allen metalliſchen Wiederherſtellungen, zu welchen Kohlen angewandt werden, in dem Zuſtande der fixen Luft, ſo rührt dieſer Erfolg von der Verbindung der letztern mit dem Antheile

theile der reinen Luft her, und es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß alle Metallkalke, wie die Queckſilberkalke, nur taugliche Luft zum Athmen geben würden, wenn man ſie alle ohne Zuſatz wieder herſtellen könnte, ſo wie man das für ſich verkalkte Queckſilber wiederherſtellt.

Weil die Kohle bey der Wiederherſtellung des Queckſilberkalks ganz und gar verſchwindet, und man bey dieſer Verrichtung nur Queckſilber und fixe Luft erhält, ſo wird man gezwungen, daraus zu ſchließen, daß der Grundſtoff, welchem man bisher die Benennung: fixe Luft, ertheilt hat, der Erfolg der Verbindung des vorzüglich zum Athmen tauglichen Antheils der Luft mit der Kohle ſey.

Ehe ich nun noch Lavoiſier's weitere Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand verfolge, halte ich es für nöthig, Prieſtley's fernere Unterſuchungen und Entdeckungen, welche er während Lavoiſier's Arbeiten unternommen und gefunden hatte, zu erzählen. Seine Wahrnehmungen und Beobachtungen waren ſo ſehr angewachſen, daß er ſich entſchloß, ſie beſonders herauszugeben, wovon der erſte Theil im Jahre 1774. herauskam. In der Einleitung beſchreibt er zuerſt den zum Auffangen der verſchiedenen Luftarten dienlichen Apparat, und die erſte Abtheilung enthält die bereits oben erzählten Erfahrungen. In der zweyten Abtheilung führt er folgende von ihm gemachte Wahrnehmungen an:

1. Beobachtungen über die laugenartige Luft. Prieſtley erhielt dieß Gas, welches ſonſt auch Ammoniakgas, urinöſe Luft u. ſ. genannt wird, aus dem Salmiakgeiſte, Hirſchhorn-

geiſte und flüchtigen Laugenſalz, welche, in einem kleinen Gläschen über einer Lichtflamme erhitzt, viele Dämpfe entwickelten, die von der Kälte im geringſten nicht verdichtet wurden. Dieſes laugenartige Gas ſog das Waſſer leicht ein, daher es auch Prieſtley in Gefäßen mit Queckſilber geſperrt auffing; bey einem Verſuche wurden $\frac{7}{8}$ Unzenmaaße von $1\frac{1}{4}$ Gran Regenwaſſer eingeſogen, welches davon $\frac{1}{2}$ Gran ſchwerer wurde, und nahm in einer Glasröhre, worin es in einer Höhe von $\frac{7}{10}$ Zoll ſtand, um $8\frac{1}{2}$ Zehntel eines Zolls an Höhe zu. Mit dieſem Gas geſättigtes Waſſer lieferte einen ſehr ſtarken Salmiakgeiſt.

Mit ſalzſaurer Luft gab dieſes Gas ſogleich eine weiße Wolke, welche ſich zu einem Salmiake anſetzte, und wobey die Menge der Luft abnahm; bey einem Uebermaaße der einen oder der andern Luft war der Salmiak ſehr flüchtig. Auch die ſalpeterartige Luft gab mit dieſem Gas eine Wolke, welche aber kein merkliches Salz abſetzte; hinzugelaſſenes Waſſer ſog die laugenartige Luft ein, und ließ die ſalpeterartige in ihrer Natur ungeändert. Mit fixer Luft gab ſie lange und dünne Kryſtallen, welche die Wände des Glaſes mit einem Netze überzogen und trockenes flüchtiges Laugenſalz waren. Mit entzündbarer Luft zeigte ſie nichts beſonders und ließ ſelbige zurück, wenn ſie vom Waſſer eingeſogen ward, in welchem hiebey eine weiße Wolke entſtand und zu einem weißen Pulver niederfiel. Gemeine Luft ward durch ſie nicht verändert, und nachher von der ſalpeterartigen gleich ſtark vermindert. Durch ein Gemenge von Eiſenfeil und Schwefel verminderte und beygemiſchte Luft hatte ihre vorige Beſchaffenheit behalten, wenn jene vom Waſſer eingeſogen war. Weingeiſt ſog die laugenartige Luft eben ſo ſchnell als

Waſſer

Waſſer ein, und blieb gleich entzündlich; mit Olivenöl verband ſie ſich in zwey Tagen nicht, aber Terpentin- und weſentliches Münzenöl ſogen ein wenig von derſelben ein; Aether verſchluckte ſie ſehr leicht, blieb aber unverändert; Schwefel, Salpeter, Kochſalz und Kieſelſteine nahmen nichts in ſich, aber Holzkohlen, Schwamm, Leinwand verminderten ſie ſogleich, und rochen nachher ſtark darnach, beſonders Schwamm, von welchem ein Stückchen, von der Größe einer Haſelnuß, in kurzer Zeit 1 Unze laugenartiger Luft einſog. Lackmus veſchluckte viel und roch ſtark, änderte aber ſeine Farbe nicht. Alaun ward undurchſichtig, weiß, wie gebrannter Alaun, durch Entziehung des Waſſers, verſchluckte ſie übrigens und erhielt beſonders einen unangenehmen Geruch; ſo auch gebrannter. Der Harnphosphor leuchtete in derſelben nicht, verminderte und veränderte ſie auch nicht. Salzgeiſt ſog ſie gleich ein und gab ein weißes Salz; die übrig gebliebene ward von zugelaſſener gemeiner Luft gleich weiß. Vitriolöl erzeugte in ihr auch ein weißes Salz. Sie war einiger Maaßen entzündbar, vergrößerte die Flamme eines Lichts vor dem Verlöſchen, und der elektriſche Funken ward in ihr ſo roth, wie in der gewöhnlichen entzündbaren. Sie ſchien ſchwerer als die gemeine entzündbare zu ſeyn und ſich mit ihr nicht zu vereinigen, aber leichter als die ſaure. Die laugenartige und ſaure Luft ſchmolzen Eis faſt eben ſo geſchwind, als ein ſtarkes Feuer.

2. Hierauf ſtellte Prieſtley Beobachtungen in der durch verſchiedene Prozeſſe verminderten und ſchädlich gemachten atmoſphäriſchen Luft an. Er ſchließt, daß die atmoſphäriſche Luft, welche durchs Brennen der Lichter, durchs Athmen der Thiere, durch die Fäul-

niß vegetabiliſcher und thieriſcher Körper, durch das Brauſen der Eiſenfeile und des Schwefels, durch Verkalkung der Metalle, durch den Dampf der Holzkohlen, durch Ausflüſſe einer Mahlerfarbe aus Oel und Bleyweiß, und durch die Miſchung mit ſalpeterartiger Luft eine Verminderung erlitten, und zum fernern Athmen untüchtig geworden ſey, mit Brennbarem überladen ſey, und daher ſchlechtweg phlogiſtiſirte genannt werden könne. Prieſtley fand, daß die Schwefelleber die gemeine Luft verminderte; auch abbrennendes Schießpulver äußerte die nämliche Wirkung und verdarb die Luft in einer halbleeren Glocke faſt mehr, als brennende Lichter. Ein Kitt, aus gleichen Theilen gemeinem groben Terpentin und gelbem Wachſe, verminderte die Luft ebenfalls; mit feinerm Terpentin bereiteter und gemeiner rother aber ſehr wenig, doch verdarb letzterer, womit eine Glocke ſchon vor einem Monathe beſtrichen war, einen Theil gemeiner Luft in derſelben ſo geſchwind, daß kein Licht in ihr mehr fortbrennen wollte. So verminderte auch Eiſen die gemeine Luft ſehr geſchwind, wenn es in ſalpeterartiger roſtig geworden war. Eben dieß that auch der elektriſche Funke, wodurch Prieſtley in ſeiner Muthmaßung beſtärkt wurde, daß nämlich die Luft durch das überhäufte Brennbare vermindert würde, indem das Brennbare eine nähere Verwandtſchaft zu einigen Beſtandtheilen der Luft beſitze, als zur fixen Luft, welche auch einen Beſtandtheil derſelben mit ausmachte, und daher niedergeſchlagen werden müßte. Nachher fand er auch, daß eine Miſchung der ſalpeterartigen und gemeinen Luft den Kalk ebenfalls niederſchlug, daß keine Fällung des Kalks durch brennenden Schwefel deßwegen ſtatt finde, weil er Vitriolſäure enthalte, u. ſ. w.

Prieſt-

Prieſtley hatte fixe Luft mit durch Athmen oder Fäulniß verminderter Luft zu miſchen verſucht, und geglaubt, daß ſie dadurch zum Athmen geſchickt werde; allein er bemerkte, daß er vergebens Mäuſe durch Hinzulaſſung fixer Luft am Leben zu erhalten verſucht, auch ohne Erfolg einen Theil ungelöſchten Kalk etliche Monate in einem gegebenen Antheile gemeiner Luft verſchloſſen habe, um fixe Luft aus ihr anzuziehen.

Prieſtley bemerkte ferner, daß mit Lackmus gefärbtes Waſſer durch elektriſche Funken roth gefärbt, und die Luft, in welcher ſolche ausgezogen wurden, ohngefähr um $\frac{1}{5}$ vermindert ward; bey Verwechſelung des Waſſers mit anderm blaugefärbten ward weder dieſes noch die gedachte Luft weiter durch die Elektricität merklich verändert, daß folglich die elektriſche Materie die Luft zerlegt, und etwas einer Säure ähnliches aus derſelben niedergeſchlagen habe. Der Erfolg war derſelbe, von welchem Metalle Prieſtley auch den Drath wählte, ja, wenn er auch ohne Drath Funken ſchlagen ließ; dieſe verminderte Luft braußte mit der ſalpeterartigen nicht, ward auch durch deren Beytritt nicht weiter vermindert, mußte alſo höchſt ſchädlich geweſen ſeyn.

Das veränderte gefärbte Waſſer ward an der Luft wieder blau, und verhielt ſich eben ſo, wie mit Lackmus gefärbtes und mit fixer Luft angeſchwängertes Waſſer; auch ward Kalkwaſſer durch den Funken gefällt, ſobald die Luft vermindert ward. Prieſtley ſchließt hieraus, daß der elektriſche Stoff entweder ein Brennbares ſey, oder wenigſtens welches enthalten müſſe, weil er mit demſelben gleiche Wirkung hervorbringe.

Fünf Theile entzündbarer Luft wurden durch Schütteln mit Waſſer weniger entzündbar, und ohngefähr zur Hälfte, nachher aber durch einen Theil ſalpeterartiger noch um $\frac{1}{8}$ des Ganzen vermindert, wobey Kalkwaſſer nicht gefällt ward; dieß geſchah aber, als gemeine Luft ſtatt der entzündbaren genommen war. Durch Eiſenfeil und Schwefel phlogiſtiſirte ſalpeterartige Luft ward durch Schütteln mit Waſſer ſo weit wieder hergeſtellt, daß 2 Unzenmaaße derſelben mit $\frac{3}{4}$ Unzenmaaß ſalpeterartiger Luft am Umfange nicht zunahmen. Die ſalpeterartige Luft ſelbſt konnte durch Schütteln mit Waſſer ſo ſehr vermindert werden, daß nur $\frac{1}{18}$ übrig blieb; in dieſer hielt eine Maus in einem 2 Unzenmaaß über 10 Minuten aus, ohne ſich übel zu befinden, und Prieſtley glaubte, ſie ſey ſo gut geweſen, als Luft, in welcher Lichter verloſchen waren; wieder in Waſſer herumgeſchüttelt und mit $\frac{1}{5}$ ſalpeterartiger Luft verſetzt nahm ſie um $\frac{1}{9}$ ab; dieß geſchah nach dem zweyten und dritten Schütteln ebenfalls, und Kalkwaſſer erhielt dabey keine Rinde. Gemeine durch einen phlogiſtiſchen Prozeß verminderte und ſchädlich gemachte Luft ward auch durch wiederholtes Schütteln mit Waſſer gereinigt, und dann von der ſalpeterartigen Luft vermindert, zum erſten male jedoch nicht ſo ſtark, als ohne Schütteln. Ueberhaupt war es hiebey merkwürdig, daß diejenigen Luftarten, welche nie gemeine geweſen waren, z. B. entzündbare, phlogiſtiſirte und ſalpeterartige Luft, ſelbſt nachdem ſie durch Schütteln mit Waſſer verbeſſert waren, von friſcher ſalpeterartiger Luft mehr vermindert wurden, als gemeine ſchädlich gemachte und auf dieſelbe Art wiederhergeſtellte Luft.

Ferner verſuchte Prieſtley, Bleykalk durch den elektriſchen Funken wieder herzuſtellen, und nahm dabey

ley ſchließt, daß die Luft, welche von ſtehenden und faulen Waſſern aufſteigt, oder ſolche einige Zeit berührt, zum Athemholen gänzlich untauglich, jedoch die vom Schlamme moraſtiger Gräben aufſteigende nicht jederzeit ſchädlich ſey. Endlich führt Prieſtley noch einen Unterſchied der Wirkung des Waſſers auf die gemeine Luft an; nämlich gewiſſes Brunnenwaſſer und Regenwaſſer vom Hausdache hatte die gemeine Luft durch Schütteln in 3 Minuten, deſtillirtes hingegen und Waſſer aus einem andern Brunnen dieſelbe erſt in 20 Minuten für brennende Kerzen untauglich gemacht.

3. Beobachtungen über die ſalpeterartige Luft. Der von der Abdampfung einer Kupferſolution in verdünntem Scheidewaſſer zurückgebliebene Rückſtand gab in einem Gefäße mit Queckſilber im Brennpunkte eines Brennglaſes eine der ſalpeterartigen ähnliche Luft; aufgelößtes Eiſen in Salpeterſäure lieferte hiervon mit Mühe einen kleinen Theil. In die erſte Auflöſung getauchtes und angezündetes Papier entwickelte viel Luft, welche aus ſalpeterartiger und entzündbarer gemiſcht war; ward dieſe mit gemeiner Luft in faul geweſenem, dem Anſcheine nach aber wiederhergeſtelltem Waſſer gemiſcht, ſo füllte ſich zuweilen das Gefäß mit weißen Dämpfen an, welche wie ein Schnee niederfielen; ſalpeterartige Luft gab das nämliche, ſo wie auch flüchtiges Laugenſalz in einer in letzterer Luft geöffneten Flaſche.

Hierauf bemerkt Prieſtley, daß nicht allein die ſalpeterartige Luft, ſondern jeder andere Prozeß, welcher die Luft vermindert und ſchädlich macht, zur Prüfung der Luft zum Athmen diene; dahin gehören Schwefelleber, Metallverkalkungen, oder eine Mi-

ſchung

ſchung aus Eiſenfeil und Schwefel, indem das Brennbare eigentlich die Probe abgebe, und mit demſelben geſättigte Luft einer weitern Verminderung durch dergleichen Verfahren unfähig ſey.

Die Röthe, welche bey der Vermiſchung der gemeinen Luft mit ſalpeterartiger entſtehe, ſey die den Dämpfen des Salpetergeiſtes eigene Farbe; dieſer befreye ſich nämlich von dem überflüſſigen Brennbaren, mit welchem er in der ſalpeterartigen Luft überladen geweſen, und gehe eine neue Verbindung ein mit einem benachbarten ihm verwandten Beſtandtheile; er erzeuge mit den flüchtigen Laugenſalzen einen flüchtigen Salpeter, welcher, wie jede andere Säure, vom Waſſer aufgenommen werde; ja er greife ſogar das Queckſilber, nur langſamer, an, und es daure daher die Röthe beym Gebrauche deſſelben bey der Miſchung der ſalpeterartigen und gemeinen Luft länger, und die Verminderung falle bey weitem nicht ſo beträchtlich aus.

Fixe Luft allein griff Eiſen nicht an, und blieb unverändert; ſalpeterartige Luft hingegen that dieß, und zwar ſo, daß ein Licht in ihr vollkommen natürlich und lebhaft brannte, gleichwohl Thiere augenblicklich tödtete, und immer ſalpeterartige Luft blieb. Nach längerm Aufenthalte über Eiſen brannte in der ſalpeterartigen Luft ein Licht ſogar mit einer 6, 10 bis 12 mal größern Flamme, doch ohne einige Platzung. Dieſe Entzündbarkeit wurde ihr aber durch Bewegung in friſchem Waſſer benommen, worauf ſie wieder Lichter auslöſchte, und zur Verminderung gemeiner Luft geſchickt wurde; ein Schütteln von 5 Minuten verminderte ſie ſo, daß ſie nunmehr ſelbſt von friſcher ſalpeterartiger Luft vermindert ward, und Thiere ſich in ihr faſt ſo, wie in Luft, in welcher Lichter verlöſcht

waren,

waren, befanden. Einmal brannte die über Eiſen gehaltene Salpeterluft mit einem Knall ab. Queckſilber ſog von derſelben beynahe $\frac{1}{4}$, und Waſſer von der übrigen beynahe die Hälfte ein; gleich Anfangs angewandt ward ſie vom Waſſer ſo ſehr vermindert, daß nur $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{6}$ oder $\frac{1}{10}$ übrig blieb; hiebey ward das Waſſer grün gefärbt, welches in einem andern Gefäße einen Eiſenocher fallen ließ. Alſo löſe die Säure der Salpeterluft das Eiſen auf, während deſſen das freygewordene Brennbare die Salpeterluft vermindere, wie bey dem Verfahren mit Eiſenfeil und Schwefel.

Schwefelleber, anſtatt Eiſen angewandt, äußerte auf die Salpeterluft ſchneller die nämliche Wirkung, und Prieſtley ſchließt, der ganze Unterſchied zwiſchen friſcher und entzündlich gewordener, wie auch zwiſchen Lichter auslöſchender und zum Athmen wieder hergeſtellter Salpeterluft beruhe auf einer verſchiedenen Modifikation der Verbindung ihrer Säure mit dem Brennbaren, oder dem Verhältniſſe dieſer beyden Beſtandtheile.

Durch die Luftpumpe ſehr verdünnte Salpeterſäure lößte Eiſen ebenfalls auf, und ward dabey eben ſo ſehr, als im Zuſtande ihrer natürlichen Dichtigkeit, vermindert. Elektriſche Funken verminderten die Salpeterluft, wie Eiſenfeil und Schwefel, oder Schwefelleber, um $\frac{1}{4}$, und die Elektricität benahm ihr auch die Kraft, gemeine Luft zu vermindern; mit Orſeille gefärbtes Waſſer ward von dem elektriſchen Funken gleich roth.

Das zuvor gebrauchte Eiſen verminderte gemeine Luft über Waſſer ſchnell, in 24 Stunden um $\frac{1}{5}$, und verwandelte ſich in ſchädliche, welches Prieſtley von dem

in

in dem Roſte enthaltenen und nachher frey gewordenen Brennbaren der Salpeterluft oder des Eiſens herleitet.

Eiſenfeil und Schwefel haben in einem damit angefüllten Gefäße nach der Sättigung mit Salpeterluft etwas, und nach Abſchabung des obern Theils wiederum etwas verſchluckt. Das Abgeſchabte verminderte unter dem Brennpunkte eines Brennglaſes die Luft und machte ſie ſchädlich, gab aber keine in einem walzenförmigen Gefäße mit Queckſilber zu ſammelnde Luft. Die durch das erſtere Gemenge um $\frac{1}{4}$ verminderte Salpeterluft ließ ſich durch Schütteln im Waſſer nicht weiter vermindern. Prieſtley vergleicht dieß mit der ähnlichen Wirkung des Brennbaren auf fixe und ſaure Luft, welche dadurch zu einer entzündbaren Luft werde, die ſich mit dem Waſſer ſchwerer verbinde.

4. Beobachtungen über die ſeeſaure oder ſalzſaure Luft. Zu ſeinen vorigen Verſuchen hatte Prieſtley Salzgeiſt genommen; jezt aber fiel er darauf, die Salzſäure bequemer aus dem Kochſalze durch aufgegoſſene Schwefelſäure zu gewinnen. Die in einem mit Queckſilber gefüllten und umgekehrt in Queckſilber geſtellten Gefäße aufgefangenen Dämpfe gaben eine vollkommen durchſichtige Luft, welche mit der aus dem Salzgeiſte gewonnenen genau übereinſtimmte; befand ſich Waſſer dabey, ſo ſog ſolches die ſauren Dämpfe ein, und man konnte nachher aus ihm die Luft, wie aus gewöhnlichem Salzgeiſte, entbinden.

Prieſtley hatte ſchon zuvor bemerkt, daß dieſe ſauren Dämpfe, oder Luft, eine große Verwandtſchaft zum Brennbaren hatten, ſo daß ſie verſchiedene brennbare Stoffe zerlegten, und mit dem Brennbaren eine

unveränderliche entzündbare Luft erzeugten, welche das Waſſer nicht einſog; zuweilen trieb ſie ſogar Salpeter- und Vitriolſäure aus. Seit der Zeit hatte Prieſtley auch entdeckt, daß ſie in längerer Zeit ſelbſt aus andern Stoffen Brennbares entband, und führt hierüber einige Verſuche an.

Trockenes Kork- und Eichenholz und Elfenbein ſogen einen Theil ein, und das übrige war entzündbare Luft. Gebratenes Rindfleiſch bewirkte daſſelbe, nicht aber weißes trockenes Hühnerfleiſch. Weißlichter Kieſel verſchluckte wenig, aber dennoch blieb von $2\frac{1}{2}$ Unzenmaaßen nur $\frac{1}{2}$ Unzenmaaß vom Waſſer uneingeſogen übrig, welches entzündbar war; ein anderesmal bewirkten Kieſel keine entzündbare Luft. Daß Holzkohlen in der ſalzſauren Luft entzündbare lieferten, hatte er bereits angeführt; hier fügt er noch hinzu, daß unausgeglühete Steinkohlen ſolches auch thun. Weingeiſt und verſchiedene ölichte Stoffe lieferten ebenfalls dergleichen. Weſentliches Münzenöl ſog die ſalzſaure Luft ſehr geſchwind ein, und ward dunkelbraun, dick, ſchwerer als Waſſer, und etwas anders riechend, enthielt ſehr wenige, oder gar keine fixe Luft, welche in entzündbare hätte können verwandelt werden. Terpentinöl ward auch verdickt und dunkelbraun. Aether ſog ſie ſchnell ein, ward gelb, endlich braun und gab viele entzündbare Luft; gemeine Luft erzeugte ſodann weiße Dämpfe. Campher ward gleich flüſſig, erhielt durch Waſſer wieder ſeine vorige Feſtigkeit, ſchmeckte aber ſauer; hiebey blieb wenig, ſchwach entzündbare Luft übrig.

Schwefelleberdämpfe gaben mit der ſalzſauren Luft keine entzündbare; die Hälfte der letztern ward eingeſogen, das Waſſer nahm dann noch $\frac{1}{4}$ auf, und

der

der Rückſtand löſchte ein Licht aus. Nach Prieſtley beweißt dieß, daß ſaure Luft und Brennbares in eine nicht entzündbare, unveränderliche Luftgattung übergehen, welche vielleicht mit gemeiner Luft, die mit Brennbarem angefüllt und aus welcher die fixe Luft niedergeſchlagen iſt, oder vielmehr mit endzündbarer Luft übereinkomme, welche durch langes Stehen im Waſſer ihre Entzündbarkeit verloren hat.

Starkes Vitriolöl und Salpetergeiſt wurden von der ſalzſauren Luft nicht verändert, können alſo durch ſie vom Waſſer nicht getrennt werden. Blauer Vitriol ward gleich auf der Oberfläche dunkelgrün, und ſog ſie langſam ein. Grüner Vitriol ward dunkelgrün, und ſog ſie ebenfalls langſam ein; weißer aber ſehr geſchwind, und ward aufgelößt. Salmiak ward nicht mehr angegriffen, als Kochſalz. Borax verſchluckte die ſalzſaure Luft faſt eben ſo geſchwind, als blauer Vitriol; feiner weißer Zucker ſog ſie langſam ein, ward aber doch durchdrungen, dunkelbraun und beſonders ſcharf riechend; ungelöſchter Kalk ſog viele ein; der Rückſtand, $\frac{1}{12}$ oder $\frac{1}{14}$, war entzündbar, woraus Prieſtley ſchließt, daß dem Kalke einige brennbare Theile von den Brennmaterialien anhangen; dieſen will er aber nicht allein die ätzende Kraft deſſelben zuſchreiben.

Prieſtley verſuchte auch einige Miſchungen mit andern Gasarten; gemeine Luft mit ſalpeterartiger geſättigt ward von der ſalzſauren Luft gar nicht verändert; Waſſer ſog die letztere ein und ließ erſtere unverändert zurück. Dieß nämliche erfolgte an einer Miſchung von $\frac{2}{3}$ durch Eiſenfeil und Schwefel verminderter und $\frac{1}{3}$ ſalzſaurer Luft, welche 4 Wochen in Queckſilber geſtanden hatte, daß folglich

gange durch daſſelbe, entzündete ſich auch, ſowohl mit gemeiner, als mit ſalpeterartiger Luft gemiſcht. Auch andere Oele lieferten ſo entzündbare Luft, Terpentinöl am geſchwindeſten, hiernächſt weſentliches Münzenöl, welchem der Weingeiſt gleich kam, und am langſamſten Olivenöl. Da nun flüchtiger Salmiakgeiſt auch dergleichen gab, ſo ſchließt Prieſtley, daß das Brennbare zum Theil nicht bloß vom entzündbaren, ſondern vom elektriſchen Stoffe ſelbſt herrühren müſſe, indem die aus dem Salmiakgeiſte gewonnene entzündbare Luft den Brennſtoff nur mäßig enthalte, mithin dieſelbe den letztern auch nicht allein habe liefern können. Hiebey bemerkt Prieſtley, daß die Funken in dem ätzenden flüchtigen Laugenſalze und Salmiakgeiſte nicht zu ſehen waren, und daher weit vollkommenere Leiter für die Elektricität ſeyn mußten, als Waſſer oder eine andere Flüſſigkeit.

Die entzündbare Luft ward durch wiederholte Durchgänge durch ein glühendes eiſernes Rohr nicht verändert; auch die Schwefeldämpfe und der elektriſche Funken verminderten und veränderten ſie eben ſo wenig, als ein Gemenge von Eiſenfeil und Schwefel; der elektriſche Funke veränderte hiebey auch die Farbe des mit Orſeille blau gefärbten Waſſers nicht.

6. Beobachtungen über die fixe Luft. Daß ſich fixe Luft mit dem Brennbaren zu einer mit dem Waſſer nicht miſchbaren Luftart verbinden könne, hatte Prieſtley aus der Veränderung derſelben, durch Eiſenfeil und Schwefel, gemuthmaßt; nachher glaubte er aber einen entſcheidendern Beweis durch die Elektricität erhalten zu haben, da fixe Luft durch Elektricität ſo weit gebracht ward, daß Waſſer nur $\frac{1}{4}$ derſelben einſog, und Prieſtley vermuthet, es würde bey

hinreichender Fortſetzung des Elektriſirens nichts eingeſogen haben; dieſe Luft ward durch Schütteln im Waſſer nicht vermindert, auch nicht durch die ſalpeterartige, war alſo keine gemeine Luft. Eiſenfeil und Schwefel verwandelten unter einer in Waſſer getauchten Glocke in einer Woche $\frac{1}{6}$ oder wenigſtens $\frac{1}{8}$ der mit eingeſchloſſenen fixen Luft in ſolche unveränderliche Luft. Schwefeldämpfe bewirkten dieß nicht, allein das Verfahren hatte auch nur 24 Stunden gedauert. Die Erhitzung des Gemenges von Eiſenfeil und Schwefel mit ſalpeterartiger Luft erfolgte in fixer Luft viel ſtärker, als in gemeiner. Gemeine und fixe Luft wurden von der Hitze gleich ſtark ausgedehnt, und erhielten nachher ihren vorigen Umfang wieder. Eine Miſchung aus Weinſteinſalz und Schwefel gab durch Erhitzung viele von erſterm entbundene fixe Luft.

7. Endlich folgen noch einige vermiſchte Verſuche. Aether gab für ſich allein keine Luft, ſondern bloße durch die Kälte zu verdichtende Dämpfe, vermehrte jedoch die Menge aller Gasarten, ward ihnen aber beym Durchgange durch Waſſer wieder entzogen; gemeine Luft war dadurch ein wenig verſchlimmert worden.

Weingeiſt gab durch Erhitzen keine Luft, ſondern die Dämpfe wurden durch die Kälte verdichtet. Luft, welche ſich mit ihnen verbunden hatte, gab mit ſalzſaurer Luft weiße Dämpfe.

In eine mit Salpetergeiſt bereitete Kupferauflöſung getauchtes Papier ließ ſich ſowohl durch ein Brennglas, als durch von außen an die Flaſche gehaltenes glühendes Eiſen leicht entzünden, und brannte, wenn es gehörig trocken geworden war, in allen

allen Luftarten, aber nicht im luftleeren Raume; alle Luftarten nahmen hiebey am Umfange zu; entzündbare, welche hiebey ſelbſt nicht entzündet worden war, dehnte ſich bis zur Anfüllung der Flaſche gleichförmig aus, hernach nahm ſie wieder bis zu $\frac{1}{3}$ der ganzen Maſſe ab; ſalzſaure Luft ward von dem Papiere bis zu $\frac{1}{3}$ vermindert und röthlich, aber beym Entzünden deſſelben ungemein vermehrt, und ſchien nun von der reinen ſalpeterartigen faſt nicht mehr verſchieden zu ſeyn. In eine Auflöſung von Queckſilber, Zink und Eiſen in Salpeterſäure eingetauchtes Papier hatte beynahe die nämlichen Eigenſchaften, nur ſchwächer.

Schießpulver entzündete ſich auch in allen Gasarten; die atmoſphäriſche Luft ließ aber nachher kein Licht in ſich brennen, und entzündbare ward nicht verändert.

8. Einige Gedanken über die Beſtandtheile der verſchiedenen Gasarten, das Weſen und den Urſprung der atmoſphäriſchen Luft u. ſ. f. Prieſtley hatte nur an der fixen, ſalzſauren und laugenartigen Luft allein einen weſentlichen Unterſchied bemerken können, und ſie ſchienen ihm nebſt dem Brennbaren die Beſtandtheile aller bisher bekannten Luftarten auszumachen. Salzſaure Luft und Brennbares erzeugen eine Luft, welche nach dem Verhältniſſe, oder der Art der Verbindung des letztern, die Flamme auslöſche, oder ſelbſt entzündbar ſey; von dieſem überflüſſigen Brennbaren der entzündbaren Luft ſauge Waſſer ſehr viel ein, weil es ſie durch Schütteln anfänglich der Entzündbarkeit beraube, könne alſo mit Brennbarem geſchwängert werden, und müſſe wegen ſeiner Verwandtſchaft mit demſelben ſtets einen beträchtlichen Theil enthalten, welcher bey langem Schwenken der ſalzſauren Luft, die

vielleicht die Grundmiſchung der gemeinen Luft ſey, wegen gröſserer Verwandtſchaft mitgetheilt werde; daher müſſe ſie auch wieder brennende Kerzen verlöſchen. Da aber die entzündbare Luft aus dem Brennbaren und der ſalzſauren Luft zuſammengeſetzt ſey, und ohne Beytritt der fixen Luft durch bloße Bewegung im Waſſer in eine zum Athmen geſchickte Luft verwandelt werden könne, ſo möchten dieſe beyden Beſtandtheile die einzige wahre Grundmiſchung der gemeinen Luft seyn. Die ungeheure Menge entzündbarer Luft, welche beym Anzünden eines Stückchen Holzes oder der Steinkohlen entbunden werde, mache es nicht unwahrſcheinlich, daß die Vulkane unſern Dunſtkreis erzeugt hätten; das überflüſſige Brennbare der von ihnen erzeugten Luft könne von der See aufgenommen ſeyn, ein anderer Theil ſich auch mit den aus ihr aufſteigenden ſauren Dämpfen vereinigt und ſo die Menge der Luft vermehrt haben, und das übrige von den Pflanzen aufgenommen ſeyn. Ohngeachtet der ätzenden Beſchaffenheit des Einen Beſtandtheils, nach dem Beyſpiele des gemeinen Schwefels, könne die gemeine Luft aus einer ähnlichen Grundmiſchung beſtehen und ein wahrer Schwefel ſeyn.

Daß die fixe Luft, welche ein Beſtandtheil der gemeinen Luft ſey, nicht ſogleich vom Seewaſſer verſchluckt werde, möge auch von einer Verbindung mit dem Brennbaren herrühren, mit welchem ſie, als ein ſaures Weſen, eine vom Waſſer nicht aufzunehmende Luft erzeuge; wegen ſeiner nähern Verwandtſchaft zur ſalzſauren Luft laſſe das Brennbare die fixe Luft fahren, und dieſe werde niedergeſchlagen, ſo oft gemeine Luft durch übermäßiges Brennbares ſchädlich werde. Auch die große Menge fixer Luft unſers Dunſt-

kreiſes könne von den Vulkanen, und zwar dem unter der Erde beſindlichen kalkartigen Stoffe, nebſt der entzündbaren unterhalten werden, auch dem Dunſtkreiſe zum Theil von den gährenden Körpern zuwachſen; möge in unſern Zeiten aber wohl, ſobald ſie durch ein Verfahren niedergeſchlagen und verſchluckt worden ſey, durch ein anderes wiederum frey gemacht werden.

Ob überhaupt die ganze Maſſe des Dunſtkreiſes einen Zuwachs oder eine Abnahme leide, ſey nicht leicht zu beſtimmen, jedoch erſteres glaublicher, indem zwar viele Prozeſſe zur Verminderung der gemeinen Luft beytragen, und dieſe, bey ihrer Verbeſſerung durch andere, am Umfange nicht zunähme, dagegen aber die Vulkane, das Verbrennen, die Fäulniß thieriſcher und vegetabiliſcher Stoffe viele Luft erzeugten, welche von dem, anfänglich dabey befindlichen, Brennſtoffe in der Natur durch die nämlichen Prozeſſe gereinigt werde, die zur Reinigung der Luftarten dienten.

Da nicht nur gemeine, ſondern auch urſprünglich aus entzündbarer ja ſogar ſalpeterartiger erzeugte Luft von der letztern vermindert werde, ſo rühre die Verminderung der gemeinen durchs Brennbare nicht bloß von dem Niederſchlage der fixen Luft, ſondern von einer aus ihrer Verbindung mit dem Brennbaren nothwendig entſtehenden Zuſammenziehung ihres Umfangs her. Wie dieß aber geſchehe, ſey nicht leicht zu begreifen, wo nicht die auf ſolche Art verminderte Luft ſchwerer als die nicht verminderte wäre, welches aber hier der Fall nicht ſey; die Schwierigkeit laſſe ſich durch die Muthmaßung leicht heben, daß das Brennbare den Körpern, mit welchen es verbunden ſey, unmittelbar ihre Leichtigkeit mittheile; indeſſen will

Prieſtley ſeine Zuflucht nicht zu derſelben nehmen. Da eine Maus in entzündbarer Luft, welche durchs Schwenken mit Waſſer ihrer Entzündbarkeit nicht gänzlich beraubt war, beynahe ſo lange als in gemeiner Luft lebte, und ſolche doch nicht ſo ſehr, als die gemeine, von ſalpeterartiger Luft vermindert ward, folglich beſſer war, als ſie nach der Probe mit ſolcher zu ſeyn ſchien, ſo könne dieſe Probe nur für gemeine, d. i. viele fixe Luft bey ſich führende, ein genaues Maaß der Güte ſeyn; wo fixe Luft fehle, da müſſe man einen kleinern Grad der Verminderung dem ſonſtigen größern entgegen ſetzen.

Da zwar keine durchaus verdorbene, aber doch eine durch verloſchene Lichter oder Athmen zur Unterhaltung brennender Lichter untauglich gewordene Luft durchs Wachſen der Gewächſe wieder tauglich dazu geworden ſey, ſo könne dieſes eine der Wirkung angemeſſene Urſache der Reinigung des Dunſtkreiſes ſeyn. Daß eine Bewegung des Waſſers reine gemeine Luft anſtecke, ſtehe der Reinigung des Dunſtkreiſes durch die Bewegung der See nicht entgegen, da hier die Bewegung nie ſo ſtark ſey, reines Waſſer auch jene Wirkung ſo leicht nicht äußere, vielmehr bald ſchädliche Luft verbeſſere.

Daß Hales die nämliche Luft länger athmen konnte, wenn ſie durch mit Eſſig, Salzlauge, oder Weinſteinſalz getränkte Leinwand gegangen war, könne von dem Waſſer herrühren, welches mit dem aus der Lunge angeſogenen Brennbaren an jene Stoffe getreten ſey.

Newton nenne die Flamme einen glühenden Rauch, weil er alle Dämpfe für entzündbar hält, allein

allein der erſte Holzdampf ſey wäſſerig, und der zweyte allein brennende entzündbare Luft, beyde mit fremden Theilen geſchwängert.

Daß Schießpulver und andere Stoffe, welche Salpeter enthalten, in allen Luftarten brennten, laſſe ſich am beſten erklären, wenn man annehme, daß die Salpeterſäure das unter dem Brennen frey gewordene Brennbare aufnehme, als deſſen Aufnahme zum Brennen erfordert werde.

Salpeterartige Luft ſcheine aus ſalpeterartigen Dämpfen und Brennbarem, vielleicht auch wenigem Metallkalke zu beſtehen, wie entzündbare aus Vitriolſäure und Brennbarem. Doch ſcheine das Brennbare der Salzſäure näher verwandt zu ſeyn, wenn ſolche anders der Grundſtoff der gemeinen Luft iſt, weil die ſalpeterartige durch dieſe zerlegt werde, da ſich das Brennbare wahrſcheinlich mit dem ſauren Urſtoffe der gemeinen Luft verbinde, indeß die enthaltene fixe Luft gefällt, und die Säure der ſalpeterartigen Luft von dem Waſſer, in welchem die Miſchung vor ſich gegangen ſey, verſchluckt werde, oder ſich mit einem flüchtigen Laugenſalze, wenn es vorhanden ſey, verbinde.

Dieß ſtimme nicht mit der gewöhnlichen Annahme, der größern Stärke der Salpeterſäure vor der Salzſäure, wohl aber mit Prieſtley's Verſuchen über die ſalzſaure Luft überein; dagegen ſcheine die Auflöſung der Metalle in verſchiedenen Säuren zu beweiſen, daß die Salpeterſäure mit dem Brennbaren eine feſtere Verbindung eingehe, als die Vitriol- und Salzſäure, weil die dadurch bewirkte Luft nicht entzündbar ſey, und ein gleich ſchweres Stück Eiſen auch nicht halb ſo viel ſalpeterartige Luft, als ent-

zündbare, erzeuge. Allein die Verminderung der Salpeterluft durchs Brennbare laſſe ſich nicht leicht erklären, man müßte denn noch eine genauere Verbindung ihrer überflüſſigen Säure mit dem Brennbaren annehmen.

Salpetergeiſt möge auch wohl in Luftgeſtalt gebracht werden können, wenn man nur eine Flüſſigkeit hätte, vermittelſt welcher er eingeſchloſſen werden könnte, indem er ſich mit dem Queckſilber ſowohl, als mit dem Waſſer verbinde. Uebrigens ſey die Unterſuchung des Salpeters, der Salpeterſäure und der Salpeterluft viel verſprechend.

Der zweyte Theil der merkwürdigen Verſuche über die verſchiedenen Luftarten Prieſtley's kam im Jahre 1775. heraus. In der Einleitung beſchreibt er einige neue Werkzeuge: längliche Flaſchen mit abgeſchnittener Mündung und dünnem rundlichen Boden leicht, ohne zu ſpringen, mit einer Lichtflamme zu erhitzen, und zur Entbindung der Luft aus Stoffen im luftleeren Raume über Queckſilber, mit welchem ſolche in die Flaſche gebracht, ſelbige umgekehrt, und durch den Boden der Brennpunkt eines Brennglaſes auf ſie gerichtet wird; eine gläſerne Flaſche mit einem durchlöcherten gläſernen Stöpſel, Luft in mit Waſſer gefüllte Gefäße durch Waſſer übergehen zu laſſen, ohne daß äußere Luft oder Waſſer hinzukomme; eine Flaſche erſterer Art mit durchbohrtem und in eine krumme Röhre ausgezogenem eingeſchliffenen Stöpſel, um bey Entbindung der Luftarten alles deſto ſicherer zu verſchließen; länglichte Phiolen, anſtatt eines Flintenlaufs zu gebrauchen, wo das obere Ende kühl bleibt, damit Kork, in welchem eine Glasröhre eingekittet iſt, von der Hitze nichts leidet; Fläſchgen, deren Inhalt

in einem gewiſſen Verhältniſſe gegen einander ſteht, zum Maaß der Luftarten; walzenförmige Gläſer, die Verminderung der Luftarten ohne Meſſen wahrzunehmen; enge Röhren, welche in eben dem Verhältniſſe gegen einander ſtehen, als die Fläſchchen, ebenfalls zum Meſſen, und eine noch längere verhältnißmäßig eingetheilte zur Miſchung der in jenen enthaltenen Luft; wobey auch Prieſtley einige Vorſchriften über den Gebrauch derſelben mittheilt. Die Verſuche ſind in folgenden Abſchnitten enthalten:

1. Von der vitriolſauren Luft. Prieſtley verſuchte ſolche zuerſt mit dem Herrn Montigni durch bloßes Kochen des Vitriolöls zu erhalten, und als ſolches gelang, ward es mit zugeſetztem Terpentinöl verſucht, da denn viele Luft erzeugt, aber nur die erſte aufgefangen ward, welche beynahe gänzlich noch Luft der Atmoſphäre war, die über der Flüſſigkeit geſtanden hatte. Hierauf entband ſie Prieſtley durch Erhitzen mit Olivenöl, nur warnt er für zu ſtarken Zuſatz, da ſchon $\frac{1}{5}$ ſo viel Luft ſo ſchnell entband, daß der Stöpſel aus der Flaſche geſtoßen und alles herausgeworfen ward; mit ſehr wenigem Oele konnte man die Luft mit Bequemlichkeit gewinnen. Aus dieſer Verwandlung der Vitriolſäure in Luft durch zugeſetztes Brennbares ſchloß Prieſtley, daß auch die Salzſäure ſich, vermöge ihres natürlichen und innigſt verbundenen Brennbaren, in Luftform würde darſtellen laſſen, wahrſcheinlich etwas Brennbares zur Flüſſigkeit und Elaſticität in allen nur möglichen Stoffen vorhanden ſeyn müßte, und die ſalzſaure Luft wohl nicht bloße reine Salzſäure in Gasform, ſondern beſtändig mit einigen brennbaren Theilen verbunden wäre. Da aber alle Körper gewiſſer Maßen Elaſticität beſäßen,

ſäßen, oder wenigſtens durch die Wärme und Kälte ausgedehnt und zuſammengezogen würden, ſo könnte man dieſen Urſtoff nicht wohl gänzlich von allen Stoffen trennen, und daher noch immer die ſalzſaure Luft für die Salzſäure ſelbſt halten, beſonders da ihr ſo wenig Brennbares beygemiſcht wäre, daß gewöhnliche Proben deſſen Daſeyn nicht erwieſen.

Die Miſchung ward vor Entbindung der Luft ſchwarz, und die Vitriolſäure lieferte mehr, als der Salzgeiſt, doch hat Prieſtley die Menge nicht genau beſtimmt; bey häufiger Entbindung ward der obere Theil des Gefäßes mit weißen Dämpfen angefüllt.

Die vitriolſaure Luft war eben ſo durchſichtig als die ſalzſaure, ward auch vom Queckſilber eben ſo wenig aufgenommen, und, durch ſelbiges eingeſchloſſen, außer der Wärme und Kälte, wie gemeine Luft, in Anſehung ihres Umfangs nicht verändert. Waſſer ſog ſie ohngefähr eben ſo ſchnell als die ſalzſaure Luft ein; Licht verloſch in ihr, wie in jener; ſie war auch ſchwerer, als gemeine Luft; Eis ſchmolz in ihr ebenfalls augenblicklich, und mit ihr geſchwängertes Waſſer löſte noch mehr von demſelben auf; Kälte zog ſie nicht mehr zuſammen, als gemeine Luft, welches das eigenthümliche Unterſcheidungszeichen der Luft von Dämpfen ſey, Waſſer könne aber auch durch eine ſehr ſtarke Hitze die Geſtalt der Luft annehmen, daß folglich der Unterſchied mehrere Stuffen, als verſchiedene Arten, ausmache, jedoch zu verſchiedenen Benennungen hinreiche.

Mit laugenartiger Luft bewirkte ſie auch eine weiße Wolke, der Umfang der Miſchung nahm ab, und

und die Erhebung der Wolke bey Hinzulaſſung der laugenartigen lehrte, daß dieſe hier, wie bey der Miſchung der ſalzſauren Luft, die leichteſte war. Die Miſchung mit andern Luftarten zeigte nichts merkwürdiges. Mit gemeiner erfolgte zwar keine plötzliche Verminderung, aber ſie ward, nach Entziehung der ſauren, durch Stehen über Waſſer bey der Probe durch ſalpeterartige, Luft anſehnlich angeſteckt befunden, daß ihr folglich die vitriolſaure Luft etwas von ihrem Brennbaren mitgetheilt hatte. Entzündbare Luft blieb, bey der Miſchung mit ihr und nachherigem Aufenthalte über Waſſer, in Anſehung der Menge und Entzündbarkeit unverändert. Die Miſchung mit ſalzſaurer Luft zeigte nichts, zugeſetzte laugenartige gab weiße Wolken, wie mit jeder derſelben allein.

Salpeter, Kochſalz und Salmiak griffen ſie nicht an und wurden auch von ihr nicht angegriffen. Vitriolàther verſchluckte ſie ſchnell, wie Waſſer, ward bald geſättigt und blieb gleich durchſichtig und entzündbar. Phosphor veränderte ſie nicht merklich, leuchtete in ihr nicht, ſondern ward auf der Oberfläche ſchwarz wie das Queckſilber, auf welchem er lag. Eiſen ward von ihr gar nicht angegriffen. Schwefelleber verſchluckte ſie ganz, ohne eine andere Farbe zu bekommen. Holzkohlen verſchluckten ſie ſehr geſchwind, und wurden ſcharf riechend. Der Kampher ward in ihr zu einer durchſichtigen Flüſſigkeit, erhielt aber durch Waſſer ſeine feſte Geſtalt wieder. Borax ward wie Alaun in der ſalzſauren Luft weiß und undurchſichtig, verſchluckte viele Luft, und der Ueberreſt löſchte Lichter aus, welches Prieſtley von der fixen Luft, welche ſich mit der vitriolſauren zugleich entbindet, abzuleiten geneigt iſt, ſo wie die Undurchſichtigkeit des Bo-

ſtärkeres Vitriolöl genommen, oder das Verfahren länger fortgeſezt hätte. Von der durch den Zink erhaltenen war ohngefähr $\frac{1}{3}$ ſaure Luft und die zurückgebliebene: entzündbare. Kupfer lieferte leicht und anhaltend in gleichem Grade der Hitze mit dem Queckſilber bloße vitriolſaure und keine entzündbare Luft; ſo auch Silber und Bley, letzteres in ſehr ſtarker Hitze und wenig; Gold gab gar keine, allein das Vitriolöl ward eben ſo Pommeranzenfarbig, wie vom Silber. Von Eiſentheilen befreyete Platina gab ebenfalls keine.

Prieſtley verſuchte ferner, durch Erhitzung brennbarer Stoffe, in vitriolſaurer Luft Schwefel zu erzeugen und zwar mit Holzkohlen, aber vergebens; ſie gaben nur fixe und entzündbare Luft. Bey der Miſchung laugenſalziger Luft mit vitriolſaurer ſchien oft ein Schwefel erzeugt zu ſeyn, weil die Röthe inwendig mit einem gelben Stoffe überzogen war, allein dieſe Farbe verſchwand, und es blieb bloß ein weißer ſalziger Stoff zurück.

2. Von der gewächsſauren, oder eſſigſauren Luft. Starker Eſſig lieferte dieſe Luft durch Erhitzen eben ſo leicht, wie der Salzgeiſt die ſalzſaure. Sie löſchte Lichter aus, gab mit laugenartigen eine weiße Wolke, und, wie die vitriolſaure, einen gelben Beſchlag an den Wänden des Gefäßes, ſchien ſchwächer, als die drey Mineralſäuren zu ſeyn, äußerte auf Schwefel, Kochſalz, Salpeter, Salmiak und Borax keine Wirkung; Holzkohlen verſchluckten ſie ſchnell und erhielten einen ſehr ſcharfen Geruch, allein der Rückſtand ſchien nicht durch ſie verändert zu ſeyn; Schwefelleber verſchluckte ſie nur nach und nach, ohne eine andere Farbe zu erhalten, ein rückſtändiges Zehntel zeigte nichts entzündbares; Waſſer

ſog ſie ſo ſchnell ein, als die übrigen ſauren Luftarten; die Menge ließ ſich nicht wohl beſtimmen; Olivenöl verſchluckte ſie ſchnell, ohngefähr zehnmal ſo viel, als es ſelbſt betrug, verlor ſeine gelbliche Farbe und war wie friſches Waſſer, oder vielmehr wie ein weſentliches Oel anzuſehen.

3. Von der dephlogiſtiſirten Luft und der Beſchaffenheit unſerer Atmoſphäre. Schon die Verſuche über die ſalzſaure Luft ließen Prieſtley'n muthmaßen, daß die gemeine Luft aus einer Säure und Brennbarem entſtünde. Um nun dieſe Luft näher zu unterſuchen, ſchaffte ſich Prieſtley ein Brennglas von 12 Zoll im Durchmeſſer und 20zolliger Brennweite an, und verſuchte mit demſelben viele Körper in den zuerſt gedachten Flaſchen, welche mit Queckſilber gefüllt und umgekehrt in eine Schüſſel mit Queckſilber geſtellt wurden, um Luft aus ihnen zu erhalten, und ſolche weiter zu unterſuchen.

Aus für ſich verkalktem Queckſilber ward ſchnell drey bis viermal ſo viel Luft entbunden, welche vom Waſſer nicht verſchluckt ward, und in welcher ein Licht außerordentlich lebhaft und mit einer eben ſo großen Flamme, als in ſalpeterartiger über Eiſen oder Schwefelleber geſtandenen Luft, aber noch heller brannte; glühendes Holz ſprühete in ihr Funken, wie ein in eine Salpeterauflöſung eingetauchtes Papier und ward ſehr geſchwind verzehrt.

Gemeiner rother Queckſilberniederſchlag lieferte eben ſolche Luft, daher Prieſtley dieſe Eigenſchaft vom Salpeterſauren herleiten zu dürfen glaubte, und daß der vorige Kalk etwas Salpeter aus dem Dunſtkreiſe angezogen haben könnte, oder jener auch nur ge-

meiner

meiner rother Niederſchlag geweſen wäre; aber ein anderes gewiß ächtes durch bloßes Feuer verkalktes Queckſilber gab eben ſolche Luft.

Auch Mennige lieferte ſie, welche hiebey gelb ward; von der erhaltenen Luft verſchluckte Waſſer $\frac{1}{3}$, und in der übrigen brannte ein Licht ſehr ſtark und kniſterte; in einer ſchwächern Hitze hatte die Mennige zuvor ſehr reine fixe Luft gegeben.

Prieſtley wiederholte den Verſuch mit für ſich verkalktem Queckſilber, und erhielt von ohngefähr $\frac{1}{4}$ Unze ein ganzes Unzenmaaß Luft, in welcher ein Licht mit einer lebhaften Flamme brannte. Dieſe Eigenſchaft, welche ſie aber nicht, wie die abgeänderte ſalpeterartige, durch Schütteln mit Waſſer verlor, veränderte die gemeine Luft auch nicht, und ließ nach zwey Tagen, da ſie $\frac{1}{20}$ am Umfange verloren hatte, nach heftigem Schütteln mit Waſſer binnen 5 Minuten noch ein Licht ſo gut als gemeine Luft brennen, welches Prieſtley'n von einem weſentlichen Unterſchiede zwiſchen derſelben und der ſonſt ähnlichen phlogiſtiſirten ſalpeterartigen Luft überzeugte.

Von zweymal ſo viel ſalpeterartiger Luft ward ſie eben ſo ſtark, als gemeine Luft, vermindert, daher Prieſtley ſie eben ſo gut zum Athmen, als die ächte gemeine Luft, hielt. Inzwiſchen fand Prieſtley mit Erſtaunen, daß ein Licht in ſolcher Miſchung am folgenden Tage beſſer als in gemeiner Luft brannte, auch lebte eine Maus in der unverſetzten noch einmal ſo lange, als in gemeiner, und ſchien nur von der Kälte todt zu ſeyn, weil ſie ſich nachher beym Feuer wieder zum Leben bringen ließ. Und da ſolche Luft dennoch am folgenden Tage durch 2 Maaß ſalpeterartiger Luft

von $4\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$, d. i. um $\frac{2}{9}$ mehr, und an dem nachfolgenden Morgen durch ein zweytes Maaß noch beynahe um die Hälfte ihrer erſten Menge vermindert ward, ſo hielt Prieſtley ſich überzeugt, daß ſolche Luft noch beſſer als gemeine wäre. Wiederholte Verſuche mit Mäuſen und ſalpeterartiger Luft bekräftigen die vorzügliche Güte dieſer Luft vor gemeiner. Von letzterer nahmen 2 Maaß derſelben und der Luft aus dem rothen Niederſchlage 5 Maaß auf, ehe ſie ihren vorher verminderten Umfang wieder erhielten, dahingegen gemeine nur halb ſo viel, ohne Zunahme ihres Umfangs, annehmen konnte. Prieſtley ſchätzte daher dieſe Luft 4 bis 5 mal ſo gut, als gemeine, und ſchloß, daß ſie weniger Brennbares bey ſich haben müßte, weil ſie mehr aus der ſalpeterartigen annehmen konnte.

Da nun die Mennige eben ſolche Luft gab, ſo verſuchte Prieſtley mehrere Bleykalke; Mennige gab ſehr viel dephlogiſtiſirte und ſehr wenig fixe Luft, wobey ſich oft ein Unterſchied fand; Bleykalk gab auch viel, von welcher die Hälfte fixe und die andere 20 mal ſo rein wie gemeine Luft war; Bleyerz und Bleyaſche gaben ſehr wenig, dem Anſchein nach größtentheils fixe Luft. Glätte gab ſehr geſchwind, aber auch fixe Luft.

Friſch bereitete Mennige lieferte bey ſehr ſtarker Hitze ſehr wenig reine Luft; einzelne Theile derſelben wurden mit Vitriol-, Salz- und Salpeterſäure zu einem Teige angefeuchtet, hart getrocknet, und in einem mit zerſtoßenen Kieſeln angefüllten Flintenlaufe verſucht. Die beyden erſten Gemenge gaben nicht die geringſte Luft; das letzte aber, ſobald es warm ward, ſolche, deren größter Theil fix und beynahe gänzlich vom

Waſſer verſchluckt ward, und ein Licht verlöſchte; der übrige geringere Theil aber ließ ein Licht mit Kniſtern in ſich brennen, und ſchien ächte dephlogiſtiſirte Luft zu ſeyn. Prieſtley hielt ſich nun überzeugt, daß die Mennige Salpeterſäure aus der Luft angezogen hätte, und dadurch zur Erzeugung dephlogiſtiſirter Luft geſchickt geworden wäre; und da überdem bey den folgenden Verſuchen alle vom Brennbaren freye Erden auf ſolche Art die nämliche Luftart gaben, ſo zweifelte Prieſtley gar nicht mehr, daß die Luft des Dunſtkreiſes, welche wir athmen, aus Salpeterſäure und aus einer Grunderde beſtände, und nur ſo viel Brennbares beygemiſcht enthielte, als zu ihrer Elaſticität und zur Verſetzung aus dem höchſten Grade der Reinigkeit zu dem gewöhnlichen mittleren erforderlich wäre, und ſtellte mit andern Erdarten Verſuche mit gleichem Erfolge an. Noch mehr beſtärkte ihn die abermalige Erhaltung dephlogiſtiſirter Luft aus den nämlichen Stoffen nach wiederholter Anfeuchtung mit Salpeterſäure. Die verſchiedene Reinigkeit der bey dieſen Verſuchen erhaltenen Luft leitet Prieſtley von der leichten Verderbung derſelben durch Brennbares, beſonders vom Flintenlaufe her, und wendet nachher ſeine Lehrmeynung auf die Erklärung der Erzeugung und Verpuffung des Salpeters an.

4. Genauere Beſchreibung einiger Prozeſſe, die dephlogiſtiſirte Luft zu erzeugen. Die Abſicht hiebey war, die Erdarten zu entdecken, welche zur Lieferung oder Erzeugung derſelben, mit der Salpeterſäure, die geſchickteſten wären, und Prieſtley hält metalliſche vom Brennbaren ganz freye Erden und zunächſt denſelben die Kalkerden für die beſten.

Pfeifen- und andere Thone gaben fixe, dephlogiſtiſirte, phlogiſtiſirte und ſalpeterartige Luft, welches Prieſtley von ihrem Brennbaren ableitet.

Gyps gab für ſich aus einem Flintenlaufe viele fixe, mit Salpetergeiſt wenige fixe und viele ſalpeterartige, aus einem Glaſe zuerſt größtentheils gemeine, dann ſtark ſalpeterartige ſo dephlogiſtiſirte Luft, daß ſie fünfmal ſo viel ſalpeterartige aufnahm, und alſo viermal ſo gut als gemeine war.

Glasartige und Talkerden gaben wenige dephlogiſtiſirte, Kieſelſteine fixe und ſalpeterartige Luft. In verſchloſſenen Gefäßen gebrannte Kieſel lieferten mit Salpetergeiſt aus einem Glaſe fixe und dephlogiſtiſirte gemiſcht, bey wiederholtem Anfeuchten mit Salpetergeiſt immer zuerſt phlogiſtiſirte Luft, dann ſalpeterſaure Dämpfe, und zuletzt dephlogiſtiſirte Luft. Eben ſo verhielt ſich auch der ruſſiſche Talk.

Nach Prieſtley's Meynung beweiſen dieſe Verſuche, daß alle mit Salpetergeiſt geſättigte Erdarten dephlogiſtiſirte Luft erzeugen, nur einige mehrere, als andere. Auch gebe dieſes Verfahren die genaueſte Probe von der Gegenwart des Brennbaren in Körpern ab.

Salpeter, Sedativſalz und römiſcher Vitriol gaben für ſich auch reine Luft.

Gleiche Theile Schwefel und Salpeter gaben viel ſolche ſalpeterartige Luft, daß 1 Maaß, mit 2 Maaß gemeiner Luft, den Raum von $2\frac{1}{4}$ Maaß einnahm, und da die aus Salpetergeiſt und Holzkohlen entbundene mit dieſer vollkommen übereinkam, ſo ſchließt Prieſtley, daß bey der Entzündung des Schießpulvers auch ſalpeterartige Luft erzeugt werde.

5. Vermiſchte Beobachtungen über die Eigenſchaften der dephlogiſtiſirten Luft. Prieſtley ſuchte zuerſt die eigenthümliche Schwere derſelben durchs Abwägen der Materialien, vor und nach der Entbindung, zu entdecken, fand dieſe Art aber unzuverläſſig; ſeine Methode, mit Luft gefüllte Florentiner Flaſchen zu wägen, hatte die Unbequemlichkeit, daß ſolche zuvor mit Waſſer gefüllt werden mußten, und man von deſſen gleichem Auslaufen nicht verſichert ſeyn konnte; daher bediente ſich Prieſtley nach dem Beyſpiele des Herrn Cavendiſh einer an einer Glasröhre gebundenen Blaſe, welche 55 Unzenmaaß, oder 1 Pennygewicht und 9 Gran gemeine Luft faſſen konnte, und füllte ſolche mit Luftarten wiederholt an. Dieſe Blaſe wog angefüllt:

mit phlogiſtiſirter Luft	7	Pennygewicht	15	Gran
mit ſalpeterartiger -	7	-	16	-
mit gemeiner -	7	-	17	-
mit dephlogiſtiſirter Luft	7	-	19	-

Da ferner Cavendiſh die entzündliche Luft ebenfalls ſehr leicht befunden hatte, ſo glaubt Prieſtley, daß jede Luftart deſto ſchwerer ſeyn müſſe, je weniger, und deſto leichter, je mehr Brennbares ſie enthalte. Die dephlogiſtiſirte Luft zu dieſem Verſuche war ſo rein, daß 1 Maaß derſelben und 2 Maaß ſalpeterartige Luft einen Raum von $\frac{4}{5}$ Maaß einnahmen, und Prieſtley meint, noch reinere würde noch ſchwerer geweſen ſeyn; übrigens könne man ſolche Schwere nicht etwa auf noch beygemiſchte fixe Luft ſchieben, da gemeine Luft dergleichen auch in Menge enthalte, und die dephlogiſtiſirte hier auch einige Wochen über Waſſer geſtanden habe, welches Prieſtley zur Reinigung derſelben von der fixen Luft der Bewegung mit dem Waſſer vorzieht.

Mit phlogiſtiſirter Luft miſchte ſie ſich geſchwind und vollkommen, ohne einige Verminderung des Volumens, und Prieſtley glaubt daher, daß ſchädliche Luft durch zugebrachte dephlogiſtiſirte gleich in eine friſche und geſunde Luft verwandelt werden könne.

Entzündbare Luft knallte mit dephlogiſtiſirter ſtärker, als mit gemeiner Luſt; von dieſer verlangte ſie ohngefähr $\frac{2}{3}$, um heftig zu knallen; aus einer $1\frac{1}{2}$ Unzenflaſche war dieſer Knall ſo ſchwach, daß er nicht weiter als in einer Entfernung von 50 bis 60 Ellen gehört werden konnte; mit etwas mehr als $\frac{1}{3}$ ſtark dephlogiſtiſirte Luft knallte ſie aus der nämlichen Flaſche wie eine kleine Piſtole, ohngefähr 40 bis 50 mal ſo ſtark, als mit gemeiner Luſt; die Oeffnung der Flaſche muß nicht viel über $\frac{1}{4}$ Zoll betragen, und das Glas ſtark ſeyn, um nicht zu zerſpringen; die Hand, womit man die Flaſche hält, empfindet einen heftigen Stoß und ſtarke Hitze.

Sehr lebhaft und heiß brannte die Flamme eines Lichts in dephlogiſtiſirter Luft, welche etwas mehr als zweymal beſſer wie gemeine Luſt war, in reinerer kniſterte ſie ſtark.

Aus den heftigen Platzungen ſchließt Prieſtley, daß man nicht einmal den zehnten Theil der Ladung nöthig haben würde, wenn man Schießpulver in derſelben abbrennen könnte, und z. B. mit demſelben und dergleichen Luft gefüllte Blaſen beym Sprengen u. ſ. w. angewandt werden könnten; auch würde Anblaſen mit dephlogiſtiſirter Luft ſtatt gemeiner die Stärke des Feuers erſtaunlich erhöhen, wie ein Verſuch lehrte, indem ſolche aus einer Blaſe durch eine Glasröhre auf brennendes Holz geleitet ward, und Prieſtley meint, daß

daß dazu ein Blaſebalg ohne Schwierigkeit angewandt werden, und durch ſolche heftige Hitze Scheidekünſtler auch weit mehr ausrichten könnten; auch habe ſein Freund Michell aus einem Verſuche geſchloſſen, daß man wahrſcheinlich vermöge derſelben würde Platina ſchmelzen können.

Nach Prieſtley ließe ſich aus der Lebhaftigkeit der Lichtflamme ſchließen, daß die dephlogiſtiſirte Luft bey gewiſſen Lungenkrankheiten vorzüglich geſund ſeyn müſſe, wenn die gemeine Luft die brennbaren faulen Ausflüſſe nicht geſchwind genug ableiten könnte, aber geſunden Körpern nicht ſo dienlich ſey, indem ſolche, ſo zu ſagen, zu geſchwind verleben würden. Bey einem Verſuche, ſie durch einen gläſernen Heber einzuathmen, ſchien Prieſtley'n die Bruſt leichter, und das Athmen bequemer zu werden.

Ob die Luft des Dunſtkreiſes ehedem beſſer oder ſchlechter als jetzt geweſen ſey, hält Prieſtley nicht, wohl aber für die Zukunft durch Verſuche erweislich; er glaubt jedoch aus der Dauer des menſchlichen Lebens ſchließen zu dürfen, daß ſie in vielen Jahrhunderten gleich rein geblieben ſey.

6. Von der Luft, die aus verſchiedenen Subſtanzen allein durch das Feuer erhalten wird. Den Anfang mit dieſen Verſuchen machte Prieſtley im Jun. 1774. Eine der erſten Entdeckungen war, daß verſchiedene Metalle durch die Hitze allein entzündbare Luft lieferten, welches Prieſtley's vorigen Erklärungen entgegen iſt, wo er keine Säure in den Metallen annehmen wollte. Da indeſſen von der entzündbaren Luft, nachdem ſie durch Waſſer ihre Entzündbarkeit verloren hatte oder dieſe vermindert

war, noch ein großer Theil übrig blieb, welcher derjenigen Luft gleich, in welcher ein Licht verloſchen war, aber noch Thiere athmen konnten, ſo entſtand die Frage, worin die Grundmiſchung der entzündbaren Luft, oder der Grundſtoff, womit ſich das Brennbare in derſelben vereinigte, beſtehe? Prieſtley glaubte, daß eine gewiſſe neue Abänderung einer Verbindung mit den metalliſchen Erden ſtatt finde.

Indeſſen erhielt Prieſtley aus Eiſenfeil auf Queckſilber durchs Brennglas eine ſchwache entzündbare Luft, und das Eiſen roch ſehr heftig nach ſtark entzündbarer Luft von derjenigen Art, welche durch Säuren aus den Metallen entwickelt wird. Auch Uhrfederſpähne gaben vollkommen eben ſolche entzündbare Luft. Daher verſuchte Prieſtley Feilſpähne anderer Metalle, und zwar, wegen ihrer Verwandtſchaft mit Queckſilber, zuweilen im luftleeren Raume der Luftpumpe. So gab Zink ſtark entzündbare Luft, Meſſing viel, Zinn ſehr ſchwach entzündbare, welche nur von einem hineingeſenkten brennenden Lichte entzündet ward; Spießglanzkönig rauchte, beſchlug die Glocke ſchwarz, gab aber nur wenige Luft, welche ein Licht verlöſchte; Wismuth und Nickel gaben faſt gar keine, Bley und Kupfer ganz und gar keine Luft, jedoch war die Hitze für letzteres nicht ſtark genug.

Kreide lieferte aus einem Flintenlaufe entzündbare Luft, welche mit einer blauen Flamme brannte. Daß ſolche vom Eiſen herrührte, ward durch die Verſuche mit dem Brennglaſe beſtätigt; allein die entzündbare Luft aus dem Eiſen brannte nicht blau. Als Prieſtley aber durch Säuren aus kalkartigen Stoffen entbundene fixe Luft mit entzündbarer miſchte, brannte dieſe immer mit einer bläulichen Flamme.

Bloßes Feuer entband nur wenige fixe Luft aus der Kreide, aber durch zugeſetzte Eiſenfeilſpähne ward viel Luft dieſer Art aus dem Flintenlaufe gewonnen.

Alle Metallkalke gaben keine entzündbare, ſondern fixe Luft, und zwar in großer Menge; Eiſenroſt gab ziemlich viel, von welcher $\frac{2}{3}$ fixe Luft waren, die übrige aber von der ſalpeterartigen nicht verändert ward und ein Licht auslöſchte; ein anderes mal lieferte er reine fixe Luft, welche ſich faſt gänzlich mit dem Waſſer miſchte. Spiesglanzzinnober gab zu wenig, als daß ihre Eigenſchaft näher hätte unterſucht werden können; gemeiner Zinnober gab mehrere, ohngefähr 40 mal ſo viel als er betrug, und zwar fixe Luft, weil Waſſer ſie ſehr geſchwind aufnahm; er ward hiebey, wie der Eiſenroſt, ſchwarz.

Metalliſche Salze lieferten, wenn es möglich war, fixe Luft, welche nach Prieſtley's Beobachtungen in den meiſten metalliſchen Stoffen enthalten iſt. Bleyweiß gab ſehr viel, lauter reine fixe Luft; Bleyzucker und Knallbley gar keine, grüner und blauer Vitriol fixe, weißer Vitriol zehnmal mehr, wovon die Hälfte vom Waſſer verſchluckt ward, und in der übrigen ein Licht brannte; gebrannter weißer Vitriol gab außer der fixen Luft einige Luft, welche die gemeine ein wenig verminderte, was Prieſtley von zufälligen Beymiſchungen ableitet; Queckſilberſalpeter gab in Queckſilber viel, bloß ſalpeterartige Luft, welche nach Prieſtley's Vermuthung von der Trennung der Salpeterſäure und ihrer Wirkung aufs Queckſilber herrührt; eine beſondere Art römiſcher Vitriol lieferte eine Luft, deren eine Hälfte fixe Luft war, und die andere von der ſalpeterartigen nicht vermindert ward. Alaun gab im Queckſilber wenig, dem

dem Anſchein nach fixe Luft; gebrannter aus einem Flintenlauf viel Luft, von welcher ein Theil fixe Luft war, und die übrige ein Licht verlöſchte, auch weder die gemeine Luft veränderte, noch von der ſalpeterartigen verändert ward. Vitrioliſirter Weinſtein gab aus einem Flintenlaufe lauter fixe Luft, der letzte Antheil verminderte gemeine etwas, welches Prieſtley den Unreinigkeiten des Flintenlaufs zuſchreibt. Calcinirter Borax gab Luft, welche dem Reſte der fixen oder beynahe der gemeinen phlogiſtiſirten nahe kam. Salmiak lieferte vor dem Brennglaſe viele Luft, welche fixe zu ſeyn ſchien; Zucker gab Luft, von welcher $\frac{1}{3}$ geſchwind vom Waſſer verſchluckt ward, und die übrige ein Licht auslöſchte. Kochſalz gab auf Queckſilber gar keine Luft. Kreide ließ vor dem Brennglaſe die Luft ſehr ſchwer fahren, welche aber jederzeit fixe Luft war; einmal ward von derſelben beynahe ſo viel vom Waſſer verſchluckt, als wenn ſie durch eine Säure entbunden worden wäre; aus einem Glaſe im Sandbade getrieben gab die Kreide ebenfalls ächte fixe Luft, welche Kalkwaſſer fällte, und deren Rückſtand nicht vom Waſſer verſchluckt ward und ein Licht auslöſchte.

7. Von der Luft, welche durch die Auflöſung der Gewächsſtoffe im Salpetergeiſte entbunden wird. Herr Bewley hatte bey der Bereitung der Salpeternaphtha einer gewonnenen fixen Luft gedacht, ſie aber nachher ſalpeterartig befunden, und Lavoiſier hatte aus einer Miſchung von Salpetergeiſt und Weingeiſt durchs Erwärmen Luft entbunden, welche mit einer blauen Flamme brannte. Prieſtley wiederholte den Verſuch durch Erwärmung einer Miſchung aus $\frac{1}{3}$ Salpetergeiſt und $\frac{2}{3}$ Weingeiſt mit gleichem Erfolge; die durch Waſſer gegangene Luft

ſchien mit einer Miſchung von $\frac{1}{3}$ entzündbarer und $\frac{2}{3}$ ſalpeterartiger Luft ſehr übereinzukommen, woraus ſie auch nach Prieſtley's Meynung zu beſtehen ſchien. Er glaubte, daß die Salpeterſäure ſich des Brennbaren des Weingeiſtes bemächtigt und ſo ſalpeterartige Luft erzeugt hätte, und noch Entzündbares genug vorhanden geweſen wäre, die Luft zum Theil entzündbar zu machen.

Wenig Weingeiſt zu vielem verdünnten Weingeiſt gegoſſen gab viele größtentheils fixe, und hiernächſt mehr oder weniger phlogiſtiſirte ſalpeterartige Luft. Terpentinöl lieferte eben ſolche, und Prieſtley vermuthet es von allen weſentlichen Oelen, ſo wie auch Vitriol- und Salpeteräther dergleichen lieferten. Uebrigens erforderten dieſe Verſuche viel Behutſamkeit. Olivenöl gab auch ſolche Luftarten. Talg und Wachs mit Salpetergeiſt erhitzt gaben wenig Luft, welche Kalkwaſſer fällte; Harze desgleichen. Arabiſches Gummi ward leicht aufgelößt und gab viel, theils fixe, theils ſtark ſalpeterartige Luft; ſo auch Copal. Kampher gab mit verdünntem Salpetergeiſte ſehr ſtarke ſalpeterartige Luft bey ſtarkem Feuer, da der flüſſig gewordene Kampher mit überging, und im Waſſer wieder hergeſtellt ward; ob ein Theil der Luft fixe war, hat Prieſtley nicht unterſucht. Ambra gab wenig Luft, welche Kalkwaſſer fällte.

Siegellack gab mit Salpetergeiſt zuerſt höchſt ſalpeterartige Luft, hernach bey ſtärkerer Hitze eine Luft, welche die gemeine nicht veränderte, vom Waſſer ſchnell verſchluckt ward, anfänglich ein Licht verlöſchte, aber, nachdem ſie im Waſſer gewaſchen war, ſolches mit einer blauen Flamme brennen ließ, mit welcher es auch verloſch. So verhielten ſich auch andere

dere feſte Subſtanzen, welche Brennbares enthielten, z. B. Holzkohlen, trockene Hölzer, Kork. Zuletzt fing Prieſtley einige Theile auf; von altem getrockneten Eichenholze waren die erſten Theile ſalpeterartige, die letzten kaum, und verlöſchten ein Licht, nachdem es mit einer bläulichen Flamme gebrannt hatte. Sie ſchienen theils aus einer Miſchung von entzündbarer und ſalpeterartiger, theils aus fixer Luft zu beſtehen, auf welche letztere Prieſtley aus der geſchwinden Aufnahme im Waſſer ſchloß. Weizenmehl, Gerſte und Malz lieferten ebenfalls ſolche Luftarten, als Holzkohlen. Prieſtley hatte hiebey die Erforſchung der nahrhaften Theile zur Abſicht, welche er zwar nicht erreichte, dagegen aber entdeckte, daß thieriſche Stoffe ſich anders verhielten.

8. Von der Luft, welche durch Auflöſung thieriſcher Körper im Salpetergeiſte entbunden wird. Es fand ſich hier der merkliche Unterſchied, daß dergleichen Körper zwar auch ohngefähr eben ſo viel fixe Luft lieferten, die übrige aber entweder gar nicht, oder doch ſehr wenig ſalpeterartig, vielmehr eine Gasart war, welche weder gemeine Luft verminderte, noch von der ſalpeterartigen vermindert ward, und, weil ſie ein Licht verlöſchte, ſchlechtweg phlogiſtiſirte Luft genannt werden konnte. Sie glich zwar am Ende des Verfahrens, wenn ſie bey ſtarker Hitze ſchnell entbunden ward, derjenigen, welche unter den nämlichen Umſtänden von vegetabiliſchen Stoffen entbunden ward, indem ſie nur etwas entzündbar war, und mit einer grünlichen oder bläulichen lodernden Flamme brannte, da aber die Reſultate beträchtlich verſchieden ausfielen und die Urſachen nicht bekannt waren, ſo hat auch Prieſtley alles Merkwürdige

würdige ſorgfältig angemerkt, und hofft, daß dieſe Verſuche bey weitern Nachforſchungen die Vegetation und Animaliſation in ein größeres Licht werden ſetzen können.

Hart getrocknetes Rindfleiſch gab mit verdünntem Salpetergeiſte ohne und mit Hitze eine Luft, welche die gemeine nicht merklich angriff, vom Waſſer geſchwind eingeſogen ward und ein Licht auslöſchte. Sehnen vom Halſe eines Kalbes gaben eben ſolche Luft; ſie ſchien überhaupt der phlogiſtiſirten gemeinen ſehr nahe zu kommen. Fleiſch von der Bruſt und den Schenkeln eines kalekutiſchen Hahns zeigten keinen Unterſchied, ſondern lieferten eben ſolche Luft, als die Kalbesſehnen, nur daß ſie geſchwinder vom Waſſer aufgenommen ward; ein Theil ward 5 Minuten lang mit Waſſer geſchüttelt, und dabey $\frac{1}{4}$ verſchluckt; die übrige löſchte ein Licht aus, und war weiter nicht verändert, als daß ſie nunmehr wie alle übrigen mit Waſſer geſchüttelten Luftarten von der ſalpeterartigen vermindert ward.

Getrocknetes Lachsfleiſch gab ſehr viel Luft, ſtets zum Theil fixe Luft, in der Mitte des Verfahrens ſchwach ſalpeterartige, zuletzt etwas entzündbare, bey Wiederholung des Verſuchs aber keine ſalpeterartige. Fleiſch von einem Barſche gab gar keine ſalpeterartige, ſondern gröſtentheils fixe Luft. Ein großer Wurm gab zum Theil fixe Luft, der Ueberreſt löſchte ein Licht aus und war ſchwach ſalpeterartig, was Prieſtley von etwas in ſeinem Magen befindlichen herleitet.

Wespen gaben zum Theil fixe Luft, die übrige war ſo ſalpeterartig, daß 1 Maaß mit 2 Maaß gemeiner Luft einen Raum von $2\frac{1}{2}$ Maaß einnahm; ein

ein Licht brannte in ihr mit einer grünlichen lodernden Flamme.

Haare und ſchwarze und weiße Krähenfedern gaben ebenfalls fixe Luft und ſchwach ſalpeterartige, welche letztere Prieſtley'n von nicht genugſamer Verdünnung des Salpetergeiſtes zu kommen ſchien. Horn lieferte ſehr leicht Luft, wovon ein Theil fixe Luft war und Kalkwaſſer fällte, die übrige, welche das Waſſer nicht einſog, war nicht merklich ſalpeterartig; die zuerſt übergehende Luft löſchte ein Licht aus, in der letzten brannte es mit einer ſchönen blauen lodernden Flamme.

Das Inwendige einer Auſterſchaale und Perlenmutter gab ſehr reine fixe Luft, von welcher nicht mehr zurückblieb, als von der durch Vitriolöl aus der Kreide gewonnenen. Elfenbein gab auch bey der Auflöſung viel Luft, welche Kalkwaſſer fällte; der Reſt war nicht ſalpeterartig und löſchte ein Licht aus, ohne beſondere Färbung der Flamme. Elfenbeinkohlen gaben größtentheils fixe Luft; die übrige war ſtark ſalpeterartig. Eyweiß und Eydotter gaben zum Theil fixe Luft, und die übrige war ſalpeterartig, ſo daß 1 Maaß mit 2 Maaß gemeiner Luft einen Raum von $2\frac{1}{2}$ Maaß einnahm.

Der dicke Theil des Bluts lieferte viel Luft, welche etwas fixe, aber keine ſalpeterartige enthielt; Blutwaſſer gerann gleich und gab weniger Luft, als alle übrige Stoffe; ſie war zum Theil fixe Luft, die übrige nicht ſalpeterartig und löſchte ein Licht aus. Milch gerann gleich und gab Luft, von welcher $\frac{1}{3}$ fixe und die übrige ſo ſalpeterartig war, daß 1 Maaß mit 2 Maaß gemeiner Luft den Raum von $2\frac{1}{4}$ Maaß einnahm.

nahm. Alter Käſe gab gröſstentheils fixe und übrigens ſtark ſalpeterartige, Schöpſenfleiſchbrühe wenig, theils fixe, theils ſchwach ſalpeterartige Luft.

Schweineſpeck ward von ſtarkem und erwärmtem Salpetergeiſt nur wenig angegriffen und gab wenig Luft, theils fixe, theils beynahe ſo ſalpeterartige, wie die aus den Metallen entbundene, daſs 1 Maaſs mit 2 Maaſs gemeiner Luft noch einen kleinern Raum als 2 Maaſs einnahm.

Das Gehirnmark kam den Gewächsſtoffen am nächſten; Schöpſengehirn gab viel Luft, halb fixe, halb ſo ſalpeterartige, als Milch; zuletzt bey ſtarker Hitze trübe Luft, in welcher ein Licht mit einer lodernden grünlichen Flamme brannte.

Prieſtley fiel darauf, ob vielleicht der Unterſchied zwiſchen den Produkten der thieriſchen und Gewächsſtoffe von der Verſchiedenheit des angewandten Salpetergeiſtes herrührte? erhielt auch von gekochtem Schöpſenfleiſche und Eyweiſs auſser der fixen Luft mit verdünntem Salpetergeiſte viel ſchwächere ſalpeterartige Luft, als mit ſtarkem, ſo wie auch altes trockenes Eichenholz mit ſehr ſchwachem auch weniger ſalpeterartige entband, welche jedoch, nach der Reinigung von der fixen Luft, ſo ſtark als von Metallen war, daſs alſo doch noch etwas von den verſuchten Stoffen ſelbſt abhing.

9. **Vermiſchte Verſuche über den Salpeter, die Salpeterſäure und die ſalpeterartige Luft.** Die Verwandtſchaft der Salpeterſäure zum Brennbaren ſey immer noch ein Geheimniſs; beſtändig halte ſolche noch Brennbares, und ſey dennoch nach mehrerem ſo begierig, daſs ſie es faſt allen andern

andern Stoffen entziehe. Daher möchten viele Stoffe, welchen ſie beygemiſcht ſey, ohne den Beytritt der atmoſphäriſchen Luft brennen können, und jezt ſey faſt zu vermuthen, daß die gemeine Luft, welche aus ſolcher Säure und einer Grunderde beſtehe, nur vermöge dieſer Eigenſchaft die Flamme und das Leben der Thiere zu erhalten im Stande ſey. Ferner habe dieſe Säure, ſowohl in flüſſiger als Dampf- und Luftform, ſo viel Brennbares bey ſich, daß ſie gemeine und ſalpeterartige Luft phlogiſtiſiren könne, wie auch einige Verſuche zu lehren ſchienen; dahingegen bey andern die gemeine Luft von den Salpeterdämpfen nicht verändert ward.

Ganz unerwartet fand Prieſtley, daß Luft, welche über friſch geſchmolzenem Salpeter geſtanden hatte, ſchlechter geworden war, und keine ſo ſtarke Verminderung von der ſalpeterartigen erlitt.

Salpeterſaure Dämpfe ließen ſich doch luftförmig in Queckſilber erhalten, nachdem die durch ihre Wirkung auf lezteres erzeugte Salzrinde die weitere Wirkung verhinderte, bis Prieſtley Waſſer zuließ, um zu ſehen, ob ſolche Luft zu demſelben, wie die andern ſauren Luftarten, eine Verwandtſchaft hätte, und alſo ächte ſaure Luft wäre; ſchnell hinzugelaſſenes ſog $\frac{1}{3}$ ein. Die bey der Behandlung gebrannter Kieſel und Talg zwiſchen der phlogiſtiſirten und dephlogiſtiſirten aufſteigenden ſauren Dämpfe ließ Prieſtley zu verſchiedenen Luftarten; ſalpeterartige ward vermindert, bis ſie ihre Kraft, gemeine zu vermindern, verlor; gemeine, entzündbare und fixe Luft wurden nicht merklich verändert, daß mithin die ſauren Dämpfe zur Phlogiſtiſirung derſelben nicht Brennbares genug

genug zu beſitzen, oder wenigſtens eine längere Zeit zu fordern ſchienen.

Prieſtley erhielt nun auch vom Bleye mit rauchendem Salpetergeiſte ziemlich viel ſalpeterartige Luft, von welcher 1 Maaß mit 2 Maaß gemeiner Luft nur den Raum von 2 Maaß einnahm.

Da ſalpeterartige Luft, wenn ſie durch Eiſen und Schwefelleber phlogiſtiſirt ward, mit der gemeinen Luft darin übereinkam, daß ſie ein Licht mit einer ſchönen Flamme brennen ließ, ſo verſuchte ſie Prieſtley durch gedachte Stoffe, durch Kreide und fixe Luft der gemeinen völlig ähnlich zu machen: 4 Monathe über Eiſen in Waſſer geſtandene löſchte ein Licht aus; 6 Monathe über Eiſen in Queckſilber geſtandene ließ es mit noch einmal ſo großer als gewöhnlicher Flamme brennen; andere hatte über Eiſen in Waſſer in einem Jahre alle Eigenſchaften einer phlogiſtiſirten gemeinen Luft erhalten; Schwefelleber verſchluckte $\frac{1}{3}$ ohne Wärme, der Reſt ließ ein Licht mit einer größern Flamme brennen, ward aber von friſcher ſalpeterartiger nicht vermindert; Schwefelleber und Kreide bewirkten daſſelbe; ſehr wenig in Waſſer geſchüttelt löſchte ſie ein Licht aus; eine Miſchung von gleichen Theilen ſalpeterartiger und fixer Luft nahm über Eiſen um $\frac{1}{3}$ am Umfange ab; der Reſt ließ ein Licht mit einer größern Flamme brennen, ward aber von ſalpeterartiger Luft nicht vermindert. Auch bey wiederholtem Verſuche geſchah ſolches nicht. Sie verminderte die gemeine Luft nicht, und löſchte ein Licht aus, ließ es aber wie gewöhnlich brennen, wenn ſie durch Waſſer von der fixen Luft gereinigt war.

10. Einige Beobachtungen über die gemeine Luft. Herr Prieſtley hatte die Verminde-

rung und Verſchlimmerung der Luft durch Farbe aus Bleyweiß und Oel dem noch beym letztern befindlichen Brennbaren zugeſchrieben; er fand ſchon damals, daß die Verkalkung des Zinns daſſelbe bewirke, wie die des Bleyes, und bemerkte nun, daß die Verkalkung des Eiſens ſolches auch that, mithin kein Metall hierin etwas vor dem andern voraus hatte; und da auch eine zum Theil aus Terpentin beſtehende Miſchung die Luft verminderte, ſo vermuthete er, daß das Terpentinöl, und nicht das Bleyweiß, an gedachter Verminderung den größten Antheil gehabt hätte, worin ihn nun ein Verſuch mit Farbe, zu welcher Mennige genommen war, beſtärkte. Auch fand Prieſtley bey wiederholtem Verſuche mit der inwendig mit Kalk überzogenen Flaſche, daß die Luft in derſelben, über Waſſer, in 9 Monathen um $\frac{1}{5}$ vermindert war, und von der ſalpeterartigen nicht mehr angegriffen ward. Dieß geſchahe auch nicht bey der Luft, in welcher Bleyaſche vor dem Brennglaſe eine röthliche Farbe erhalten hatte.

Auch verſuchte Prieſtley, die Luft des Dunſtkreiſes auf einem einfachern Wege, als durch phlogiſtiſirte Prozeſſe, beſonders durch den elektriſchen Funken, von der fixen zu ſcheiden, aber vergebens; ungelöſchter Kalk veränderte ſie nicht.

Die Vermuthung, daß das Wachſen der Gewächſe durch Athmen und Fäulniß ſchädlich gewordene Luft durch Anziehung des Brennbaren verbeſſere, ward durch eine Nachricht des Herrn Walker beſtätigt, da ein grünes Gewächs das Waſſer in einem Troge rein erhielt, welches ſonſt in demſelben ſtinkend ward.

11. Von der flußſpathſauren Luft. Prieſtley glaubt durch ſeine Verſuche gefunden zu haben, daß die von Scheele[q]) entdeckte und von Boulanger für eine mit einem erdigen Stoffe verbundene Salzſäure gehaltene Flußſpathſäure eine Vitriolſäure ſey, welche ſo viel Brennbares beſitze, als ſie haben müſſe, um Luft zu werden, aber zugleich mit ſehr vieler Spatherde verbunden ſey. Prieſtley that zerſtoßenen Flußſpath in eine Flaſche mit eingeriebenem Stöpſel und Röhre, goß Vitriolöl darauf, und nahm ſogleich wahr, daß nachher bey geringer Hitze ſehr viele vollkommen durchſichtige Luft entwickelt wurde, welche ſich, wie die übrigen ſauren Luftarten, mit Queckſilber ſperren ließ. Die Dämpfe bildeten beym Uebergange in die freye Luft eine dicke weiße Wolke, welches Prieſtley von angezogener Feuchtigkeit aus dem Dunſtkreiſe ableitet; ſobald ſie Waſſer berührten, entſtand ein Häutchen auf demſelben, welches ſeinen ſauren Geſchmack durch Waſchen mit Waſſer verlor. Dieſe Eigenſchaft verſtattete Prieſtley'n, verſchiedene merkwürdige Erſcheinungen zu unterſuchen, welche er ſo erklärt, daß die Vitriolſäure, indem ſie den Spath angreiſe, durch das in demſelben befindliche Brennbare zum Theil flüchtig und zu vitriolſaurer Luft werde, und die Grunderde des Spaths beygemiſcht enthalte, bis ſie das Waſſer erreiche, mit welchem ſich die Säure verbinde, und gedachte Erde fahren laſſe.

Hiebey mußte das Rohr nicht zu enge ſeyn, weil es ſonſt leicht verſtopft ward, auch fraß ſie das Glas ſehr

q) Abhandlung. der Schwediſchen Akademie der Wiſſenſch. B. XXXIII. S. 122 f.

ſehr an, daher Prieſtley nur gemeine Flaſchen gebrauchte, deren vierter Theil mit Flußſpath angefüllt und dann ſo viel Vitriolöl darauf gegoſſen ward, daß ¼ leer blieb, damit die Luftblaſen ſich ausbreiten und berſten konnten, ohne daß etwas von der Auflöſung ins Rohr gehen konnte.

Dieſe flußſpathſaure Luft löſchte ein Licht aus, ohne die Flamme, wie die ſalzſaure Luft, zu verändern. Vitriol- und Salpeteräther nahmen ohngefähr 20 mal ſo viel auf, als ſie betrugen, ohne verändert zu werden; wäſſeriger Salpeteräther lieferte eine bräunliche Gallerte, welche ſich von einem Lichte nicht entzünden ließ, ſich aber an der Luft erhitzte und verdunſtete; jedoch dieß nicht that, wenn ſie in Waſſer getaucht ward, ſondern dann im Feuer ein weißes Pulver nachließ. Auf Schwefel, Kochſalz, Salmiak, Eiſen, Schwefelleber und Gummilack äußerte ſie keine Wirkung; Holzkohlen und Eiſenroſt verſchluckten ſie gänzlich; Alaun nahm ſie geſchwind auf, und ward auf der Oberfläche undurchſichtig weiß; lebendiger Kalk und Kreide verſchluckten ſie beyde zum Theil, und aus letzterer ward viel fixe Luft entbunden; laugenartige Luft gab mit ihr ebenfalls eine weiße Wolke, miſchte ſich aber nicht ſo geſchwind mit ihr, als mit den andern ſauren Luftarten, und das entſtandene Salz, oder vielmehr der ſteinartige Stoff, ward weder vom Waſſer noch vom Weingeiſte aufgelößt; ſalpeterartige Luft wirkte nicht merklich auf ſie, und blieb unverändert zurück, als jene vom Waſſer verſchluckt ward; Weingeiſt ſog ſie ſo geſchwind ein, wie Waſſer, ohne eine Veränderung zu zeigen; Terpentinöl nahm ſie gar nicht auf.

Um

Um Boulanger's Meynung, daß ſolche mit der ſalzſauren Luft übereinkäme, zu prüfen, verſuchte Prieſtley ihre Wirkung auf Salpeter, welche ſie zu beſtätigen ſchien, indem ſie das Luftvolumen verminderte, das Gefäß mit rothen Dämpfen anfüllte, die Wände mit einem wahrſcheinlich von der Auflöſung des Queckſilbers entſtandenen weißlichen Stoffe bedeckte, und nachher weder gemeine Luft angriff, noch von der ſalpeterartigen angegriffen ward, und ein Licht verlöſchte.

Prieſtley verſuchte ferner Flußſpathrinde in ſalzſaure Luft zu legen, und erhielt auch etwas der Flußſpathluſt ähnliches, welches mit Waſſer eine andere Rinde gab, da auch $\frac{1}{4}$ zurückblieb; Vitriolöl trieb aus der Flußſpathrinde Luft, welche auf dem Waſſer aber keine Rinde erzeugte, mit Salpeter über Queckſilber ſalpeterartige Luft gab, vom Borax zum Theil und darnach vom Waſſer ganz verſchluckt ward.

In der Vermuthung, daß dieſe neue ſaure Luft bloße vitriolſaure mit Spathrinde angefüllte Luft wäre, erhitzte Prieſtley Flußſpath in vitriolſaurer Luft über Queckſilber vermittelſt des Brennglaſes, fand ſolche aber nicht verändert, wie auch die aus Flußſpathrinde durch Vitriolöl entbundene Luft auf Waſſer keine Rinde gab, ſondern verſchluckt ward; mit laugenartiger Luft gab ſolche einen weißen ſalzigen Stoff und veränderte den Salpeter und Borax nicht.

Prieſtley trieb dieſe Verſuche nicht weiter, weil ſie im Falle einer erhaltenen ächten vitriolſauren Luft doch nur Brennbares in der Flußſpathrinde erwieſen haben würden, ſondern ſättigte, zur Entſchei-

dung, Waſſer wiederholt mit flußſpathſaurer Luft, ſonderte jedesmal die erhaltene Rinde ab, und trieb die Luft wieder durch Hitze aus, welche dann vollkommen mit der vitriolſauren Luft übereinzukommen ſchien, nicht allein, ohne Erzeugung einer Rinde, vom Waſſer aufgenommen ward, mit laugenartiger Luft einen pommeranzengelben Beſchlag an den Wänden des Gefäßes gab, der an freyer Luft verſchwand, Salpeter, Schwefel, Alaun und Salmiak nicht veränderte, von der Schwefelleber verſchluckt ward, ohne ihre Farbe zu verändern, ein Licht auslöſchte, ohne die Flamme zu färben, und Kampher, wie vitriolſaure Luft, auflößte, ſondern auch gemeine Luft eben ſo ſchädlich phlogiſtiſirte, und vom elektriſchen Funken ebenfalls das Glas mit einem ſchwärzlichen Stoffe überzog. Prieſtley hielt alſo nunmehr die flußſpath- und vitriolſaure Luft für einerley, nur daß jener etwas von der Grunderde des Spaths beygemiſcht wäre, indem auch bey dieſer Austreibung vom Waſſer das Rohr mit ſteinigtem Stoffe angefüllt war; übrigens ſchmeckte das Waſſer wie Alaun.

Endlich erhielt Prieſtley mit Salpetergeiſt vom Flußſpathe allemal phlogiſtiſirte und zuweilen ſogar ſalpeterartige Luft, zum Beweiſe, daß der Flußſpath Brennbares enthält.

Auch der Canton'ſche Phosphor gab mit Vitriolöl eine Luft, welche ſchnell vom Waſſer eingeſogen ward, und auf demſelben eine Rinde bildete, welche der Flußſpathrinde vollkommen gleich, nur nicht ſo ſtark war.

12. **Einige Verſuche und Beobachtungen über die fixe Luft.** Prieſtley hatte aus

Ita-

Italien erfahren, daß die durchs Feuer aus dem Kalkſtein entbundene fixe Luft dem Waſſer keinen ſäuerlichen Geſchmack mittheilen wollte, und daher ihre Säure von der entbundenen Vitriolſäure herrühre. Dieß bewog ihn, Kreide in einem Glaſe im Sandbade zu erhitzen; die große Menge entwickelter Luft wurde vom Waſſer verſchluckt, auch blieb von ihr nicht mehr als der gewöhnliche Theil übrig, und ſie fällte ebenfalls das Kalkwaſſer. Auch Holzkohlen gaben neben der entzündbaren durch Hitze fixe Luft, und nachher noch vermittelſt des Salpetergeiſtes zum Theil ſolche. Tabackspfeifenton lieferte anfänglich aus einem Flintenlaufe entzündbare, nachher auch fixe Luft.

Prieſtley thut die Frage, ob die in den Speiſen enthaltene fixe Luft ins Blut, und ſo in den Urin übergehe? und glaubt, daß durch den Gebrauch des mit fixer Luft geſchwängerten Waſſers der Blaſenſtein verhütet und beſſer aufgelößt werde.

Die fixe Luft ſey ſtets ein Beſtandtheil des Dunſtkreiſes, da ſie durch die ſalpeterartige Luft, den elektriſchen Funken und anderes phlogiſtiſches Verfahren, aus ihr gefällt werden könne; ja ſie ſey auch ein Beſtandtheil der reinſten dephlogiſtiſirten Luft, wie die Trübung des Kalkwaſſers bey der Miſchung derſelben mit ſalpeterartiger Luft lehre.

Prieſtley erhielt aus allen gährenden Flüſſigkeiten reine fixe Luft, und zwar aus einer Flaſche mit eingeriebenem Stöpſel und Röhre, durch Queckſilber aufgefangen, von $1\frac{1}{2}$ Unzenmaaßen

Maderawein - -	$\frac{1}{100}$	Unzenmaaß
Sechsjährigem Portwein	$\frac{1}{48}$	-
Fünfjährigem Rheinwein	$\frac{1}{24}$	-

Klaretwein auf dem Faſſe	$\frac{1}{12}$	Unzenmaaß
Sechsjährigem Tokayerwein	$\frac{1}{20}$	-
Zweyjährigem Champagnerwein	2	-
Zwölfjährigem Apfelwein	$3\frac{1}{4}$	-

Nicht mouſſirender Champagnerwein gab auch ſehr wenig fixe Luft.

13. Vermiſchte Beobachtungen. Ungelöſchter Kalk gab mit den ſtärkſten Säuren ſehr wenig Luft; das Vitriolöl ward hiebey zu einer dicken Gallerte, welche in der Hand wieder flüſſig ward. Luft aus Fiſchblaſen war zuweilen vollkommen ſchädlich, zuweilen weniger; kleine Fiſche ſtarben in Waſſer, das mit fixer Luft geſchwängert war, wie bereits ſchon Hunter wahrgenommen hatte. Flüchtiges Laugenſalz griff Meſſing in gemeiner mit ſalpeterartiger verſetzter Luft an, mit laugenartiger Luft nicht. Aetzendes fixes Laugenſalz gab durch Hitze keine laugenartige Luft, ſondern nur wäſſerige Dämpfe. Salzſaure Luft machte endlich die Schwefelleber flüſſig, nahm dabey immer mehr ab, ward dann vom Waſſer ſehr wenig verſchluckt, betrug darauf $\frac{1}{4}$ der erſten Menge, und löſchte ein Licht aus. Salpeteräther vermehrte gemeine Luft nur um $\frac{1}{6}$ ihres Umfangs, ward nachher vom Waſſer verſchluckt, und ließ ſie unverändert zurück. Mennige gab mit flüchtig laugenſalzigem Waſſer keine Luft, ward auch nicht ſchwerer. Einige Verſuche über die brechende Kraft der ſalpeterartigen und entzündbaren Luft zeigten keinen Unterſchied. Andere Mineralſäuren, als die Salpeterſäure, gaben nicht die oben angeführten Luftarten. Bey wiederholter Auflöſung des Salpeters in ſalzſaurer Luft beſtätigte ſich Prieſtley's Vermuthung, daß die durch ſie entbundene Salpeterſäure das Queckſilber zum

Theil auflöſe, und ſalpeterartige Luft erzeuge, welche die Hälfte des von der ſalzſauren Luft eingenommenen Raums einnahm. Den Borax verwandelte die leztere in einen weißlichen Stoff, wie die laugenartige Luft den Alaun. Endlich verſuchte auch Prieſtley die Wirkung des elektriſchen Funkens auf einige Luftarten, welche ſich nicht mit Waſſer ſperren ließen: ſalzſaure ward vermindert, und färbte das Rohr nahe am Queckſilber weißlich; zugelaſſenes Waſſer ließ zu wenig zu fernern Verſuchen übrig; vitriolſaure Luft ſchien eher zu⸗ als abzunehmen, und überzog das Rohr mit einem ſchwärzlichen Stoffe, ward auch nachher eben ſo ſtark, als die vorige, vom Waſſer verſchluckt; laugenartige Luft nahm außerordentlich zu, und verlor nachher durchs Waſſer nur dieſe Zunahme, griff dann gemeine Luft nicht an, ward auch von der ſalpeterartigen nicht angegriffen und war ſo entzündbar, als Prieſtley je gefunden.

14. Verſuche und Beobachtungen über die Holzkohlen. Dieſe betreffen eigentlich die leitende Kraft derſelben. Prieſtley fand, daß dieſe von einer gewiſſen Stufe der Hitze abhing, welche ſie erfahren hatten; Holz mußte etwa $\frac{1}{4}$ am Gewichte verlieren, ehe es im geringſten zu einem Leiter ward; um zu einem vollkommenen zu werden, mußte es ohngefähr um $\frac{8}{10}$ leichter und um die Hälfte kürzer werden. Die Güte der leitenden Kraft beruhe auf dem öligen Theile, und zwar einer gewiſſen Stufe der Brenzlichkeit; beſtehe demnach in einer Verbindung mit dem in der Grundmiſchung dieſer Körper gebundenen Brennbaren, in ſo weit ſolche Beymiſchung durch anhaltende Hitze vergrößert werde. Die beym Verkohlen entweichende entzündbare Luft aufzufangen, brachte

Prieſt⸗

Prieſtley die Stoffe in einen Flintenlauf, kittete ein langes gläſernes Rohr daran, und band an das andere Ende deſſelben eine Blaſe, aus der die Luft vollkommen ausgedrückt war.

15. Vom Imprägniren des Waſſers mit fixer Luft; wovon das weſentlichſte weiter unten beſonders erzählt werden ſoll.

16. Hier führt Prieſtley verſchiedene Stellen ſeiner erſten Beobachtungen an, welche man nicht richtig verſtanden habe.

17. Einige Verſuche, welche Prieſtley nachher noch angeſtellt hat. Dahin gehören 1. Verſuche mit der vitriolſauren und gewächsſauren Luft. Ihre Aehnlichkeit ward durch Beobachtungen erwieſen: der elektriſche Funke färbte in der letztern das gläſerne Rohr gleichfalls ſchwärzlich, und ſie ward hernach beynahe gänzlich vom Waſſer verſchluckt; halb mit Waſſer gefüllte Röhren wurden in der vitriolſauren, wie in der gewächsſauren, auch in der aus dem mit flußſpathſaurer Luft geſättigten Waſſer getriebenen durch die zunehmende Luft vom Waſſer geleert; gewächsſaure Luft verdarb die gemeine, wie die vitriolſaure; der einzige weſentliche Unterſchied außer ihrem Geruche zeigte ſich in dem Verluſte der Farbe des Olivenöls in gewächsſaurer Luft, das in vitriolſaurer und andern ſauren Luftarten eine dunkele Farbe erhielt; doch ward Terpentinöl in erſterer auch einmal gelblich. Da der gebrauchte Eſſig durch Vitriolöl entbunden war, ſo konnte die aus demſelben entbundene Luft auch wohl zum Theil aus vitriolſaurer Luft beſtanden haben; anderer Eſſig gab keine, und die über Eſſig geſtandene und mit Dämpfen deſſelben durchs Sieden übergetriebene

bene gemeine Luft war, nachdem ſie eine Nacht über Queckſilber geſtanden hatte, von anderer gemeiner nicht verſchieden. 2. Mit dephlogiſtiſirter Luft. Neue Verſuche mit Mennige und Salpetergeiſt zeigten, daß die Menge derſelben von der Menge des angewandten Salpetergeiſtes abhing, und die Menge der fixen Luft immer gleich war. 3. Von der Wirkung der Salpeterſäure auf die gemeine Luft. Die Ausflüſſe des Salpeteräthers verdarben dieſelbe eben ſo, als die Dämpfe des Salpetergeiſtes. Da Speck wenig vom ſiedenden Salpetergeiſte angegriffen ward, ſo verſuchte Prieſtley ſalpeterſaure Luft durch geſchmolzenen Speck zu ſperren, erhielt aber durchs Sieden des Salpetergeiſtes bloß die über ihm geſtandene gemeine Luft ſehr verſchlimmert. 4. Mit der fixen Luft. Der vom Waſſer nicht verſchluckte Rückſtand ſey phlogiſtiſirte gemeine Luft, obwohl durchs Waſchen mit Waſſer etwas verbeſſert. 5. Mit der Schwängerung des Waſſers mit fixer Luft.

Hiernächſt folgen im Anhange: 1. Verſuche und Beobachtungen einer chemiſchen Unterſuchung des flüſſigen Weſens, das man gewöhnlich fixe Luft nennt, welche beweiſen, daß dieſes flüchtige Weſen ein bloßer Dampf einer beſondern Säure ſey, in zwey Briefen von W. Bewley. Dieſe Säure ſey nicht zufällig, ſondern eigenthümlich, nicht außer ihr befindlich, die einzige ihrer Art, und nehme bey der Entbindung ſogleich die Geſtalt eines elaſtiſchen Dampfes an, welcher größtentheils der gemeinen Luft gleiche, werde an verwandte Körper wieder verdichtet, gebunden, und vereinige ſich mit ihnen, wie andere Säuren; Lakmus- und Kornblumenaufgüſſe wurden roth, Schwefelleber zerlegt, durch was für Mineralſäure ſie auch ausge-

trieben

trieben war; ſo wie auch die aus der Bierwürze während der Gährung entbundene Luft daſſelbe bewirkte; die aus der Bitterſalzerde in einem Glaſe durchs Feuer entbundene fixe Luft färbte den Lakmusaufguß ebenfalls roth, und beſaß die übrigen Eigenſchaften der fixen Luft. Dieſe ſowohl als auch die aus der Kreide durch Vitriolſäure und Hitze entbundene Luft ſtellten die blaue Farbe des durch Laugenſalz grün gefärbten Veilchenſyrups und andere Aufgüſſe wieder her, wodurch Herr Bewley die ſaure Beſchaffenheit der Luft für erwieſen hält. Die beynahe gänzliche Einſaugung von Laugenſalzen und andere Thatſachen überzeugten ihn, daß dieſe Säure ein weſentlicher Beſtandtheil der fixen Luft wäre, wenn ſie nicht ſelbige ganz ausmache. 2. Ein Brief von Percival über die Auflöſung der Blaſen- und Gallenſteine durch Waſſer, welches mit fixer Luft geſchwängert war. 3. Ein Brief von Dobſon über die Wirkſamkeit der fixen Luft in fauligen Krankheiten. 4. Ein Brief von Magellan über die dephlogiſtiſirte Luft. Da Prieſtley bey ſeinen Verſuchen durch friſch zugeſetzten Salpetergeiſt aufs neue dephlogiſtiſirte Luft erhielt, bis der erdige Stoff verzehrt war, ſo fiel Magellan darauf, zu Ende des erſten Verfahrens zu unterſuchen, ob die nachgebliebene Miſchung noch Salpeterſäure behalten hätte? Sie veränderte die Farbe der Lakmustinktur nicht, und Magellan hält dieß für den ſicherſten Beweis, daß die Salpeterſäure bey dieſem Verſuche durch die Hitze entbunden ſey, und zugleich, mit einem Theile der erdigen Stoffe verbunden, eine Luftform bekommen habe, und in eine Luft verwandelt ſey, welche man athmen könne. Da nun hier keine Spur von Säure anzutreffen ſey, ſo ſey entweder die Luft oder die Säure kein Element.

Endlich

Endlich folgt noch ein dritter Brief von Bewley, welcher weitere Verſuche und Beobachtungen über die mephitiſche Säure enthält; beſonders gegen Herrn Landriani, der die Säure der fixen Luft für fremde halte, und, je nachdem ſolche durch Vitriol- oder Salpeterſäure entbunden ſey, mit laugenartiger Luft vitrioliſchen oder ſalpeterartigen Salmiak erhalten habe; daher auch durch Citronenſäure entbundene Luft die Lakmustinktur nicht färbe, und der Geruch und Geſchmack des angeſchwängerten Waſſers die beſondere Säure verrathe, von welcher ihre Säure herrühre. Bewley gibt eine zufällige Beymiſchung zu, behauptet aber aus ſeinen Verſuchen, daß die fixe Luft eine urſprüngliche Säure ſey; eine abgeänderte Vitriolſäure könne die durch ſie entbundene Luft nicht ſeyn, weil ſie die milden Kalkerden auflöſe, und beym Abdampfen des Waſſers oder zugeſetztem Laugenſalze wieder als milde Kalkerden fahren laſſe, das Ammoniak nicht zum Anſchießen bringe, und mit ihr geſättigtes Laugenſalz das Queckſilber nur weiß fälle; eben ſo wenig rühre die Säure derſelben von der Salpeterſäure her, wenn ſie durch dieſe entbunden worden. Bewley fand zwiſchen dem mit derſelben und dem mit der durch Zitronenſäure entbundenen bereiteten künſtlichen Pyrmonter Waſſer keinen Unterſchied, auch wurden die aus der ſtärkſten Weinſteinſalzlauge durch erſtere gewonnenen Anſchüſſe nicht ſalpeterartig; ſo lieferte auch die Verdichtung durch Miſchungen keine wahre vitrioliſche, oder Salpeterſalze. Bewley wiederholte die Entbindung der fixen Luft durch bloße Hitze in Gläſern aus Bitterſalzerde, und erhielt reine fixe Luft von denſelben Eigenſchaften, welche die durch Säure entbundene hatte; auch die aus der Kreide entbundene zeigte ſolche nur zum Theil, aber die Kreide braußte auch

noch

noch mit Säuren, und hatte beynahe noch alle ihre fixe Luft behalten; ihre Säure ſey alſo keine Dämpfe einer fremden Säure, ſondern ein eigener Grundſtoff, in allen Verſuchen unveränderlich und von andern durch ihre Eigenſchaften ſehr verſchieden. Das Mittelſalz, welches dieſe mephitiſche Säure mit den fixen Laugenſalzen gebe, ſey beſonders als ein fiebervertreibendes und fäulnißwidriges Mittel in Fiebern und andern faulen Krankheiten zu empfehlen.

Der dritte Theil der Verſuche und Beobachtungen über die verſchiedenen Luftarten Prieſtley's kam im Jahre 1777. heraus, welcher eben ſo reichhaltig an neuen Entdeckungen iſt.

In der Einleitung beſchreibt er abermals einige neue Geräthe: eine hölzerne, 7 Zoll lange und 3 Zoll breite und tiefe Wanne mit einem walzenförmigen Boden, zur Miſchung laugenartiger und ſaurer Luft über Queckſilber; Flaſchen mit eingeſchliffenen Stöpſeln, in deren oben gekehrtem Boden zwey gläſerne Röhren hineingekittet werden, Luft durch andere Stoffe und Waſſer gehen zu laſſen; eine Verbindung eines länglichen Kölbchens mit mehreren derſelben; Hrn. Woulfs Geräthe zur Auffangung des aus einer Retorte getriebenen Salpetergeiſtes, nämlich außer dem Vorſtoße eine kugelige Vorlage mit zwey zu einer Röhre ausgezogenen Oeffnungen im Bauche, welche in zwey Gefäße leiten. Hierauf folgen dieſe Verſuche:

1. Von der Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luft aus verſchiedenen Metallen. Prieſtley hatte ſolche vormals aus allen Erden mit Salpetergeiſt erhalten, von den metalliſchen aber nur die Bley- und Zinkerde angewandt, weil er nicht wußte, wie er den übrigen ihr

ihr Brennbares entziehen ſollte, um nicht ſalpeterartige und phlogiſtiſirte Luft, anſtatt der dephlogiſtiſirten, zu erhalten. Prieſtley lernte hernach zufälliger Weiſe, ſie rein zu erhalten, und zugleich die Menge des in jeder enthaltenen Brennbaren und der nachbleibenden reinen Erde, mithin auch die Stufe der Leichtigkeit ihres Ueberganges in Luft, zu beſtimmen, indem er die Metalle vollkommen auflößte, die Auflöſung in ein gläſernes Gefäß übertrieb, friſchen Salpetergeiſt darauf goß, ſobald die Auflöſung trocken geworden war, und damit fortfuhr, bis ſo viel davon, als er wünſchte, in Luft übergegangen war, da denn Metallkalke, welche weniger Brennbares enthielten, beym erſten Uebertreiben reine, die aber mehr Brennbares beſaßen, anfänglich ſalpeterartige und phlogiſtiſirte, und erſt beym zweyten oder dritten Verfahren reine Luft lieferten. Gold gab bey der Auflöſung in Königswaſſer und Abziehung der Auflöſung, zur Hälfte aus ſauren Dämpfen und halb aus reiner dephlogiſtiſirten Luft beſtehende Luft. Silber lieferte bey der Auflöſung in verdünntem Salpetergeiſte ſalpeterartige, und nachher im Sandbade etwas mehrere reine Luft; Queckſilber gab ſalpeterartige, nachher im Sandbade noch mehrere und eben ſo viel reine dephlogiſtiſirte Luft; der Reſt von der Auflöſung des Queckſilbers im Vitriolſauren gab mit Salpetergeiſt wenig fixe, dann ſalpeterartige, zuletzt dephlogiſtiſirte Luft; Kupferkalk von einer Auflöſung im Vitriolſauren gab eben dergleichen, nur mehrere; die Kupferauflöſung ſelbſt, welche zuerſt ſalpeterartige Luft gegeben hatte, lieferte beym Uebertreiben bis zur Trockniß leicht dephlogiſtiſirte Luft; der durch Einſieden dieſer Auflöſung niederfallende Bodenſatz gab viele halb fixe, halb dephlogiſtiſirte Luft, und das rückſtändige ſchwarze Pulver mit Sal-

Salpetergeiſt aus einem Flintenlaufe alle drey Arten, auch ohne Feuer halb fixe, halb beſſere, als gemeine; das von Entbindung der ſalpeterartigen Luft rückſtändige Eiſen gab im Sandbade halb fixe, halb ſalpeterartige Luft, woraus Prieſtley auf mehr Brennbares im Eiſen, als im Kupfer ſchließt; wiederholtes Aufgießen von Salpetergeiſt und Erhitzen gab ſehr dephlogiſtiſirte mit weniger fixer, als die aus dem verkalkten Queckſilber entbundene. Am Bleye zweifelte Prieſtley aus ſeinen vorigen Verſuchen nicht. Zinn enthielt das wenigſte Brennbare unter allen Metallen, und gab durch Auflöſung in verdünnter Salpeterſäure zuerſt ſalpeterartige und zuletzt dephlogiſtiſirte Luft.

2. Von den Erſcheinungen, welche ſich bey der Auflöſung einiger Halbmetalle im Salpetergeiſte ereigneten. Nach den angeführten Verſuchen ſchienen Bley, Kupfer und Queckſilber die meiſte reine Luft zu liefern, Zinnaſche aber dazu am wenigſten geſchickt zu ſeyn. Prieſtley verſuchte unter den Halbmetallen den Zink, Wismuth und Spießglanz, welche gleich vom Anfange an beträchtlich viel reine Luft lieferten. Er erklärt bey allen dieſen Verſnchen, mit den Metallen und Halbmetallen, den Vorgang ſo, daß der Salpetergeiſt, vermöge ſeiner Verwandtſchaft, ſich ihres Brennbaren bemächtige, und ſie als bloße Erden zurücklaſſe, welche mehr oder weniger Brennbares noch enthielten; mit dieſem verbinde er ſich dann, und gebe damit ebenfalls ſalpeterartige Luft, in deren Verbindung die Erde zum Theil mit übergehe; wenn aber das Brennbare erſchöpft ſey, ſo entſtehe durch die Verbindung der erdigen Theile mit der Salpeterſäure dephlogiſtiſirte Luft, indem die reinſte davon kein Brennbares enthalte. Geſättigte in der Kälte gallertartig gewor-

gewordene Zinkauflöſung gab anfänglich phlogiſtiſirte gemeine Luft aus der Flaſche, dann zweymal ſo gute, als gemeine, und endlich höchſt reine; die Auffangung in einzelnen Theilen lieferte zwiſchen der erſtern und leztern entzündbare ſalpeterartige Luft, welche ein Licht mit einer größern Flamme brennen ließ, die gemeine weder angriff, noch von der ſalpeterartigen angegriffen ward, und mit der unmittelbar bey der Auflöſung des Zinks erzeugten einerley war, indem ſie mit Prieſtley's dephlogiſtiſirter Luft übereinkam, welche allemal die Grundmiſchung dieſer Art ſalpeterartiger Luft ausmache. Aus dem Zinke ſelbſt ward außer der allemal in der dephlogiſtiſirten und gemeinen, bey der Zerlegung durch ſalpeterartige, anzutreffenden keine fixe Luft entbunden. Die dephlogiſtiſirte Luft aus dem Wismuthe enthielt keine fixe Luft; die Kryſtalle der Auflöſung gaben ohngefähr 20mal ſo viel Luft, von welcher nur der erſte Antheil etwas fixe Luft enthielt, die übrige reine dephlogiſtiſirte war. Aber Spießglanz gab mit ſtarkem Salpetergeiſte eine Auflöſung, welche im Sandbade ohngefähr 10mal ſo viel Luft gab, von welcher $\frac{1}{3}$ fixe war.

3. Von der Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luft aus erdigen Stoffen beſonders; zu beſtimmen, ob die hiebey entwickelte Luft eine Abänderung der Salpeterſäure ſey. Prieſtley verfiel hierauf, weil er bey der ſalpeterartigen Luft allemal eine Menge fixer Luft antraf, wenn er ſie aus andern Körpern, als Metallen, entband, auch, nachdem ſchon alle in ſolchen enthaltene Luft ausgetrieben war, durch Anfeuchten mit Salpetergeiſt und wiederholtes Verfahren wiederum ſowohl fixe, als dephlogiſtiſirte Luft erzeugt ward, und die dephlogiſtiſirte Luft ſowohl als die gemeine,

bey der Zerlegung durch ſalpeterartige, oder jedes andere phlogiſtiſche Verfahren, allemal einen gewiſſen Gehalt von fixer Luft zeigte, welches wohl nicht anders, als durch eine Verwandlung der Salpeterſäure in fixe Luft, durch Verbindung mit etwas Brennbarem und Erde, erklärt werden könnte; welche Meynung auch die Erfolge ſeiner nachfolgenden Verſuche zu beſtätigen ſchienen.

4. Verſuch, ob es nicht möglich ſey, die Menge des Salpetergeiſtes in einer gegebenen Menge dephlogiſtiſirter Luft zu beſtimmen. Da die atmoſphäriſche Luft nach den vorigen Beobachtungen aus Salpetergeiſt, Erde und Phlogiſton beſtand, ſo fiel Prieſtley darauf, das Verhältniß des erſtern zu beſtimmen. Es gelang ihm zwar nicht nach Wunſche, doch zeigten die Verſuche beſondere Erſcheinungen, aus welchen er ſchließt, daß die atmoſphäriſche Luft größtentheils aus Erde beſtehe, und der Salpetergeiſt nur ein Mittel ſey, die Erde zur Annahme der Geſtalt einer elaſtiſchen Flüſſigkeit fähig zu machen, und in ihr die Verwandtſchaft zum Brennbaren zu bewirken, von welcher ihr Nutzen beym Athemholen u. dergl. Erſcheinungen mehr abhangen. Prieſtley wählte daher, um die Menge der zu miſchenden Erde und Salpeterſäure und der erhaltenen Luft genau zu beſtimmen, Erden, welche die meiſte zum Athmen taugliche und die wenigſte mephitiſche Luft lieferten. Zugleich hatte er die Abſicht, aus ihrem Verluſte am Gewichte die Menge der in der erzeugten Luft befindlichen Erde zu beſtimmen, alsdann aber auch die Luft durch übergetriebenes Waſſer gehen zu laſſen, um das Verhältniß der aus ſelbigem erhaltenen Menge der ſalpeterartigen Luft

zu der durch den Salpetergeiſt allein entbundenen genau zu entdecken. Prieſtley fand indeſſen Schwierigkeiten bey der Beſtimmung der Menge der in der Luft enthaltenen Erde aus dem Verluſte des Gewichts der angewandten, weil die friſch erzeugte, noch heiße Luft mehr Erde enthielt, und viele beym Erkalten zu einem weißen Pulver fallen ließ; dieſelben Schwierigkeiten fanden ſich bey der Beſtimmung des in der Luft enthaltenen Salpetergeiſtes, weil das Waſſer, welches die Säure verſchluckt hatte, bey der Auflöſung des Gypſes mehrere ſalpeterartige Luft entband, als die Säure ſelbſt gethan haben würde. Prieſtley ſchließt hieraus, daß die Salpeterſäure dephlogiſtiſirt, und dadurch zur Aufnahme von mehrerem Brennbaren und ſelbſt zur Zerlegung der Subſtanzen, welche dergleichen enthalten, geſchickt geworden ſey. Da die Verſuche mit den reinſten Säuren ihm nicht genügend waren, ſo nahm er ſeine Zuflucht zu dem mit Salpeterdämpfen geſchwängerten Waſſer, goß 8 Pennygewicht deſſelben auf 3 Unzen Mennige und entband 42 Unzenmaaße, beynahe ganz aus der reinſten dephlogiſtiſirten beſtehende Luft; halb ſo viel Säure gab vor dem Verfahren 17 Unzenmaaß ſalpeterartige Luft, mithin das Ganze 34 Unzenmaaß und $\frac{1}{3}$ von dem mit überflüſſiger Säure geſchwängerten Waſſer; nach dem Verfahren 8 Unzenmaaß. Das Ganze würde alſo 24 Unzenmaaß gegeben haben, woraus Prieſtley ſchließt, daß die ganze Waſſermenge ohngefähr 30 Unzenmaaß erzeugt haben würde.

5. Beobachtungen über die Reſpiration und den Nutzen des Bluts. Prieſtley hatte ſchon aus ſeinen vorigen Verſuchen geſchloſſen, daß das Athmen ein phlogiſtiſcher Prozeß ſey; nunmehr

glaubte er erwieſen zu haben, daß das Blut, als eine beſonders zur Aufnahme des Brennbaren und Verbindung mit demſelben geſchickte Flüſſigkeit, ſolches bewirke, welches nachher ſeine Farbe ändere, und ſowohl auf die äußere, als auf die in den Lungen enthaltene Luft auf einerley Art wirke. Nach ſeiner Meynung beſteht der größte Nutzen des Bluts darin, daß es bey ſeinem Umlaufe das Brennbare aufnehme, es der Luft in den Lungen mittheile, und ſo den Körper vom Ueberfluſſe deſſelben befreye.

6. **Vermiſchte Verſuche und Beobachtungen über die dephlogiſtiſirte Luft.** Die Vortheile, welche ihre Anwendung verſprach, bewogen Prieſtley'n, ſie auf eine wohlfeile Art zu gewinnen; indeſſen ward ſeine Abſicht nicht erreicht, doch aber ſind ſeine Verſuche ſehr lehrreich. Eine Miſchung von Vitriolöl und Salpeter wollte die Dienſte des Salpetergeiſtes nicht leiſten, indem der entbundene Geiſt zu ſchnell überging; die entwickelte Luft durch Waſſer gehen zu laſſen, könne den Aufwand des Salpetergeiſtes größtentheils erſparen, indem ſolches die überflüſſige Säure einſaugen werde, und bey einem andern Verfahren der Erde beygemiſcht werden könnte. Eine geſchmolzene Miſchung von Kieſelpulver und Salpeter gab mit Salpetergeiſt nicht mehr Luft, als Kieſel für ſich allein. Die Miſchungen in kleinen gläſernen Phiolen in den Flintenlauf zu ſtellen half nichts, ſondern das Glas ward entweder zu geſchwind zerſtört, oder der überflüſſige Salpetergeiſt griff nach Durchdringung des Glaſes noch das Eiſen an, und verdarb die Luft; eine Miſchung aus Kieſelpulver, Salpeter und Salpetergeiſt gab ſo 4½ Sechsunzenflaſchen Luft, wovon ¾ fixe Luft waren, und vom Kalk-

waſſer mit Fällung der Kalkerde eingeſogen wurden; der Reſt war von der erſten Flaſche zweymal ſo gut, als die gemeine Luft, von der andern ſalpeterartige. Grüne Salpeterſäure mit Mennige gab aus einem Glaſe im Sandbade, ſelbſt beym Glühen, keine Luft, aber über Queckſilber im Brennpunkte eines Brennſpiegels viel Luft, von welcher $\frac{1}{3}$ fixe Luft, die übrige rein dephlogiſtiſirt war. Der in der häufig entbundenen dephlogiſtiſirten Luft enthaltene und geſammelte weiße pulverartige Stoff braußte mit dem Salpetergeiſte nicht, ſchien aber doch zum Theil, wiewohl nicht vollkommen, von demſelben aufgelößt zu werden.

7. **Von der Wirkung des Terpentinöls und Weingeiſtes auf gemeine Luft.** Erſteres verminderte dieſelbe beträchtlich, und veränderte den Reſt in phlogiſtiſirte Luft; einen Theil ſog es ganz ein; auch Münzen- und Zimmtöl hatten die über ſie in Flaſchen ſtehende Luft ſo phlogiſtiſirt, daß glühende Stückchen Holz gleich in derſelben verloſchen. Waſſer und ätzendes Laugenſalz ließen, wie das Terpentinöl, Luft unter dem leeren Raum der Luftpumpe fahren, nahmen aber von derſelben, erſteres nur ſehr wenig, letzteres kaum ſo viel in ſich, daß man es bemerken konnte. Der Weingeiſt griff die gemeine Luft, wie das Terpentinöl, nur ſchwächer an, und ſchien dem Waſſer gleich zu wirken, d. i. gute mit Verminderung zu verderben und ſchlechte etwas zu verbeſſern, ſo daß ſie in beyden Fällen etwas ſchlechter als gemeine blieb. Aether theilte ſein Brennbares der Luft nicht merklich mit.

8. **Vermiſchte Beobachtungen über die gemeine Luft.** 1. Von der Wirkung des Salpetergeiſtes auf die gemeine Luft. Er konnte ſie nach

Verhältniß ſeines Brennbaren verderben, etwas verbeſſern, oder unverändert laſſen; gemeine und dephlogiſtiſirte wurden von rauchendem Salpetergeiſte ohngefähr gleich vermindert, und letztere ſehr verſchlimmert, wobey ſeine Farbe nach der Oberfläche zu heller ward, und obenauf weißlichte Wolken erſchienen. 2. Von der Bewegung der Luft im Salzwaſſer; ſchädliche ward dadurch nicht mehr, als von bloßem Waſſer, verbeſſert. 3. Von der in den Höhlungen der Pflanzen befindlichen Luft; in den Hülſen der Sennesblätter und den Zwiebelſtielen befindliche war von gemeiner nicht verſchieden.

9. Von der Schwängerung des Waſſers mit ſalpeterartiger Luft. Die Möglichkeit derſelben hatte Prieſtley bereits im erſten Theile erwieſen. Hier theilt er nur noch einige Bemerkungen mit; einmal gab mit Salpeterluft geſchwängertes Waſſer, die aus Wismuth entbunden war, einen ſehr weißen Niederſchlag, und behielt nicht Säure genug, die Lakmustinktur roth zu färben. Aus Wismuth, Kupfer und Eiſen entbundene Salpeterluft ward, jede beſonders, zur Schwängerung des deſtillirten Waſſers angewandt; dieß ſog von jeder ohngefähr $\frac{1}{6}$ ein, und gab ſehr langſam einen geringen dunkelbraunen Niederſchlag, durch Hitze und im luftleeren Raume einen ein wenig größern. Der Beytritt gemeiner Luft lieferte in ſtark ſauer gewordenem Waſſer nicht mehreren Niederſchlag. Nach Prieſtley rührt die Säure des geſchwängerten Waſſers zwar von der Zerlegung der ſalpeterartigen Luft her; allein eine geringere, nur durch die Lakmustinktur wahrzunehmende könne dem Waſſer allemal durch die Schwängerung mit Salpeterluft mitgetheilt werden. Das geſchwängerte Waſſer

ſer gab nachher durch Hitze zugleich fixe Luft; als Prieſtley aber Regenwaſſer nahm, bloße ſalpeterartige Luft, doch nur $\frac{1}{4}$ des verſchluckten Antheils.

10. **Von der Verſchluckung der ſalpeterartigen Luft durch Oele, Weingeiſt und ätzendes Laugenſalz.** Nach Prieſtley's Verſuchen kann ſie durch Stoffe eine Verminderung erleiden, welche ihre Säuren verſchlucken, und durch andere eine Zerlegung, welche ſich ihres Brennbaren bemächtigen; vielleicht, meint er, gebe es noch ähnlich wirkende Urſachen, durch Verbindung mit ihren erdigen Theilen, welche jedoch noch unbekannt ſind. Terpentinöl ſog in 6 Stunden, ohne es zu ſchütteln, $\frac{3}{4}$ ein, und der Reſt glich der phlogiſtiſirten Luft, oder ſolcher, zu welcher Salpeterluft durch Eiſenfeil und Schwefel, durch langes Schütteln im Waſſer u. ſ., werde; von friſcher nahm es wieder 11 mal ſo viel auf, als es dem Maaße nach betrug; es ward dabey trübe, hellpommeranzenfarben, dann gelblich und zähe, und zuletzt ein Theil dunkelpommeranzenfarben gefällt, welches Prieſtley von der Salpeterſäure herleitet, die aus der zerlegten Salpeterluft entſtanden iſt. Durch Hitze gab es keine Luft wieder von ſich; die zähe Maſſe ward an der Luft zuletzt ſo hart, wie Leim; die Einſaugung der Salpeterſäure aus einer Miſchung gemeiner Luft mit ſalpeterartiger nach vorheriger Erhitzung und Grünfärbung zuletzt das Terpentinöl eben ſo. Aether ſog ſie eben ſo gut ein, vermehrte ſie zwar zuerſt, verminderte ſie aber nachher, nahm ſelbſt dabey ab, und dunſtete nachher in freyer Luft nicht, welches Prieſtley einer Verdünnung durch beygetretene wäſſerige Dünſte zuſchreibt; die Salpeterluft war dadurch wenig geändert. Olivenöl

verſchluckte ſie langſamer, zuletzt beynahe ganz, und ward wenig zäher. Aetzendes fixes Laugenſalz ſog in drey Tagen ohne Schütteln $\frac{5}{6}$, in 6 Tagen $\frac{11}{12}$, ein andersmal $\frac{1}{4}$ des Ganzen, durch Schütteln beynahe ſo viel, als es ſelbſt betrug, ein; flüchtiges Laugenſalz dagegen weniger, in einer Woche $\frac{1}{3}$; erſteres veränderte ſeine Farbe nicht, wirkte auch hernach auf Eiſen nicht ſtärker; beyde hatten keinen merklichen Einfluß auf die gemeine und entzündbare Luft. Weingeiſt ſchien ſie beynahe ſo geſchwind einzuſaugen, als Terpentinöl, ward aber eher geſättigt, und nahm nicht viel mehr auf, als er ſelbſt betrug, behielt dabey ſeine Farbe und Durchſichtigkeit, wirkte auf die Lakmustinktur nicht anders als gewöhnlich, lieferte auch nicht mehr Luft, als eben ſo geſchwängertes Terpentinöl. Aus einem 9 Zoll hohen Cylinder verſchluckte Terpentinöl in einem Tage $\frac{3}{4}$ der in demſelben enthaltenen Luft, dahingegen der Weingeiſt nur um $\frac{3}{4}$ Zoll und nachher nicht höher ſtieg.

11. Von den Erſcheinungen bey der Einſaugung der ſalpeterartigen Luft durch ſaure Flüſſigkeiten. Vitriol-, Salpeter- und Salzſäure nahmen Brennbares aus derſelben an, beſonders ward ſie durch die Salpeterſäure ſchnell zerlegt, und nicht allein durch Schütteln augenblicklich in ſehr großer Menge, ſondern auch in verkehrt geſtellten Gläſern ſichtbar großen Theils eingeſogen, da denn die Säure oben, wo ſie die Salpeterluft berührte, anfänglich dunkelpommeranzenfarbig, und nachher grün ward; bey einem Verſuche, wo ein Fläſchgen, welches 4 Pennygewicht Waſſer hielt, voll ſtarken blaßgelblichten Salpetergeiſt in nicht völlig 48 Stunden 130 Unzenmaaß Salpeterluft verſchluckt

hatte,

hatte, ward der Geiſt durch und durch grün, zuletzt, da die Säure um die Hälfte verdunſtet war, ſehr ſchwach grün, und eher blau; und da aus dem meſſingenen Geſtelle auch noch Salpeterluft erzeugt war, ſo ſchätzte Prieſtley die eingeſogene Menge in allem auf 150 Unzenmaaße, und noch hatte die Verſchluckung nicht aufgehört. Ein anderes mal ward ſolcher Geiſt bey längerm Aufenthalte in Salpeterluft hellblau und nahm dabey um die Hälfte ab, ward dann in friſcher dunkelblau, und ſog noch welche, nur weniger, ein. Das Schütteln mit Salpeterluft ſchwächte auch die Auflöſungskraft des Salpetergeiſtes auf Metalle, und die Luft ward durch Entziehung des Brennbaren ſo rein, daß 2 Maaß mit 1 Maaß friſcher einen Raum von $2\frac{2}{3}$ Maaß einnahmen; auch ward phlogiſtiſirte Luft durch Salpeterluft auf ſolche Art beträchtlich verbeſſert.

Die andern beyden Mineralſäuren wirkten zwar nicht ſo ſtark, zerlegten ſie aber doch auch wirklich in etwas und wurden mit ihrem Brennbaren geſchwängert. Vitriolöl verſchluckte beynahe ſo viel, als Waſſer, und erforderte gleiches Schütteln; 4 Theile nahmen von 1 Theile derſelben $\frac{2}{3}$ in ſich und wurden ſchön purpurfarben. Salzgeiſt verſchluckte ſie ſehr langſam und wenig, und ward dabey himmelblau.

Mit vitriolſaurer und ſpathſaurer Luft geſchwängertes Waſſer verſchluckte ſchnell mehr, als ihr Maaß betrug, und ließ nur $\frac{1}{20}$ nach. Aus der gleichen Einſaugung ſchließt Prieſtley, daß ſie gleicher Art ſey.

Rectiſicirter Eſſig und verſtärkte Gewächsſäuren verſchluckten ſie beträchtlich geſchwinder, als Waſſer; erſterer blieb durchſichtig, letztere wurden dunkelpurpurfarben, wie das Vitriolöl.

12.

12. Von dem Verfahren, die ſalpeterartige Luft in den Zuſtand zu verſetzen, daß ein Licht in ihr mit vergrößerter Flamme brennt, welches durch die Auflöſung der Metalle in derſelben bewirkt wird. Prieſtley hatte ſie durch eingelegtes Eiſen oder Schwefelleber dazu fähig gemacht; jetzt lernte er ſie ſo geradezu zu erhalten, und ſchließt aus den Verſuchen, daß ſolche alsdann entweder mit ſalpeterſauren Dämpfen überladen ſey, welche die Körper wegen ihrer Verwandtſchaft mit dem Brennbaren brennend erhalten, oder einen Ueberfluß an Brennbarem enthalte, welches von einem Lichte entzündet werde, oder, welches er für wahrſcheinlicher hält, die Verbindung zwiſchen dem Brennbaren und der Säure einiger Maßen unterbrochen werde, ſo daß der entzündbare Theil durchs Feuer entzündet werde und ſich vielleicht unmittelbar mit den ſauren Dämpfen verbinden könne.

Eiſen in Salpetergeiſt aufgelößt gebe ſalpeterartige Luft; wenn dieſe aber ohne fremdes Feuer entbunden ſey, und man ein Licht daran bringe, ſo werde noch mehrere entbunden, und dieſe beſitze dann die oben angeführte Art von Entzündbarkeit. Prieſtley erfuhr dieß zuerſt bey der Auflöſung des Eiſens in Waſſer, welches zuerſt mit vitriolſauren und hiernächſt mit Salpeterdämpfen geſchwängert war; dieſe gab nämlich durch die Lichtflamme erhitzt ſolche Luft, in welcher ein Licht natürlich brannte. Darauf erhielt Prieſtley dergleichen Luft auch nach Endigung der gewöhnlichen Auflöſung des Eiſens im Salpetergeiſte, welche auch einmal mit einem ſchwachen Knalle abbrannte. Auch hat Prieſtley ſie unmittelbar aus einer Zink- und Zinnauflöſung im Salpeterſauren entbunden.

13. Von den Erſcheinungen, welche bey der Verminderung der ſalpeterartigen Luft durch Eiſenfeil, oder Schwefelleber vorkommen. Durch erſteres Gemiſche hatte Prieſtley zuvor nur phlogiſtiſirte Luft erhalten, fand aber nun, daß ſolche von der durch andere Prozeſſe verminderten eigentlich nicht verſchieden war, und nur entweder die überflüſſigen ſalpeterſauren Dämpfe, oder das überflüſſige Brennbare, oder Beyde vom Waſſer eingeſogen worden waren, indem in ſolcher, bey dem letzten Grade der Verminderung, ein Licht mit großer Flamme brannte, welche Eigenſchaft ſie aber über Waſſer in einer Nacht verlor, und dann ein Licht auslöſchte. Prieſtley ſtellte hernach den Verſuch über vielem Waſſer an, und glaubte, da das Waſſer gar nicht ſauer geworden war, annehmen zu dürfen, daß die Säure der ſalpeterartigen bey dieſem Verfahren mit im Spiele geweſen ſey, und das Brennbare zurückgelaſſen habe; indeſſen könnten einige mit der Salpeterſäure verbundene Dämpfe in der rückſtändigen phlogiſtiſirten Luft vertheilt zurückbleiben, und durch dieſelben das überflüſſige Brennbare entzündet werden, ſo daß daraus die vergrößerte Flamme entſtehe. Prieſtley bemerkte ferner dabey einen beträchtlichen bräunlichen Niederſchlag, welcher entweder verflüchtigtes Eiſen, oder, welches ihm wahrſcheinlicher iſt, der erdige Stoff der ſalpeterartigen Luft ſelbſt mit einigem Brennbaren derſelben war.

Auch die Schwefelleber zerlegte die Salpeterluft, indem ſie auf die Säure derſelben wirkte; das Waſſer erhielt hiebey keine Säure, und es erfolgte eben ſolcher erdiger Niederſchlag; die Kraft der Salpeterluft, gemeine Luft zu vermindern, war hierdurch nicht verringert worden; die leichte Aufnahme eines Theils derſelben

ſelben vom Waſſer brachte Prieſtley'n auf die Vermuthung, daß ſie fixe Luft enthalten möchte, allein ſie machte das Kalkwaſſer nicht trübe.

Um zu beſtimmen, wo die Säure, und im Falle ſie ſich mit dem Brennbaren zu einer Art Schwefel verbinde, dieſer letzte bliebe, verſuchte Prieſtley Salpeterluſt durch Schwefel allein in der Hitze zu zerlegen, welcher hiebey bloß ſchwarz ward und dampfte, und ſie der Fähigkeit, gemeine Luft zu vermindern, einiger Maßen beraubte, ſo daß ſie, bey länger fortgeſetztem Verfahren, phlogiſtiſirte Luft geworden ſeyn würde, und, weil das Queckſilber hiebey nicht merklich angegriffen war, auch dieſe Verminderung durch das Verſchlucken der Salpeterſäure bewirkt war.

14. **Von der Verminderung der ſalpeterartigen Luft, wenn ſie unter gewiſſen Umſtänden in eine Blaſe eingeſchloſſen wird.** Ward die Blaſe mit ſalpeterartiger Luft aufgehangen, oder unter Waſſer geſenkt, ſo erfolgte keine Aenderung, ſchwamm ſie aber auf dem Waſſer, ſo nahm ſie ab und ward in phlogiſtiſirte Luft verwandelt. Da dieß ferner auch bey abwechſelndem Anfeuchten und Trocknen zweyer Blaſen, wovon die eine inwendig naß, die andere trocken, mit ſalpeterartiger Luft gefüllt worden war, ſtatt fand, dagegen ſowohl bey trockenen, als anfänglich inwendig naß gewordenen und nachher nicht angefeuchteten nicht erfolgte, ſo ſchloß Prieſtley, daß ſolches beym Schwimmen der Blaſe von dem bald naß, bald trockener werdenden Theile herrühren müßte; mit eingeſchloſſenes Waſſer ward hiebey ſauer.

15. Von der durch eine Zerlegung mittelſt gemeiner oder dephlogiſtiſirter Luft von der ſalpeterartigen getrennten Salpeterſäure. Da nämlich die Salpeterſäure bey der Miſchung mit ſo viel gemeiner Luft, daß ſolche vollkommen phlogiſtiſirt werden könne, zerlegt werde, die in ihr enthaltene Säure in Geſtalt rother Dämpfe erſcheine, und vom Waſſer oder andern Stoffen eingeſogen werde, ſo glaubte er, daß aus der Stärke der Säure einer beſtimmten Menge Waſſer die Quantität der in einer bekannten Menge ſalpeterartiger Luft enthaltenen Säure würde beſtimmt werden können, wenn man wüßte, wie viel ſolche Luft durch die Auflöſung des Kupfers oder anderer Metalle in ſäuerlich gemachtem Waſſer entbunden würde. Bey einem Verſuche über die mögliche Stufe der Schwängerung des Waſſers fand Prieſtley, daß er in $4\frac{1}{2}$ Unzenmaaß Waſſer die in 300 Unzenmaaß ſalpeterartiger Luft enthaltene Säure bringen konnte, und ſolches alsdann ganz blau ward, die Säure aber ſehr wenig gebunden war, und beym Ausgießen gleich in rothen Dämpfen aufſtieg; ein Antheil dieſes Waſſers erzeugte mit Kupfer nur $1\frac{1}{4}$ Unzenmaaß, eben ſo viel gewöhnlicher Salpetergeiſt aber 12 bis 18 Unzenmaaß ſalpeterartige Luft. Mit der Säure einer Flaſche voll ſalpeterartiger Luft und mit rothen Dämpfen geſchwängertes Waſſer entband gleich viel Salpeterluft aus Kupfer, welche $\frac{1}{7}$ der erſten betrug, daß alſo $\frac{6}{7}$ der Säure beym Kupfer blieben. Die Vergleichung mit den rothen Salpeterdämpfen aus der Wismuthauflöſung ergab, daß die ſalpeterartige Luft nicht völlig halb ſo viel Säure als jene enthielt.

16.

16. Vermiſchte Verſuche über die ſalpeterartige Luft. 1. Sie ſcheine mehr Brennbares zu enthalten, als ein gleicher Antheil entzündbarer Luft; 11 Gran Eiſen gaben $8\frac{1}{4}$ Unzenmaaß entzündbare und nur $1\frac{1}{3}$ Unzenmaaß ſalpeterartige Luft; die entzündbare ſey leichter, daher ſich das Brennbare in ihr mehr verbreiten könne; 11 Gran Stahlfeile gaben $\frac{1}{21}$ mehr entzündbare Luft, als eben ſo viel Eiſenfeil, zur Beſtätigung, daß der Stahl mehr Brennbares beſitze, als das Eiſen, ſo wie dieſes mehr, als Kupfer, weil es mehr ſalpeterartige Luft liefere. 2. Bey der Beſtimmung der Stärke der Salpeterſäure, welche aus der Menge ſalpeterartiger Luft gefolgert werde, die gleich vieles Kupfer liefere, müſſe man auf alle Umſtände ſehen, weil ſelbſt gleiche Hitze ungleiche Produkte gebe. 3. Kupfer ſchicke ſich wegen ſeiner gleichförmigen Auflöſung am beſten zur Entbindung der ſalpeterartigen Luft; beym Eiſen fielen mehrere Unterſchiede vor; ein dickes Stück Eiſen ward in ſehr ſtarkem Salpetergeiſte nicht angegriffen, und gab nur in der Siedhitze des Waſſers zehnmal ſo viel, als das Maaß der Säure ausmachte; Waſſer zu Salpetergeiſt und Eiſen gegoſſen ward ſchön grün oder blau, ohne ſichtbare innere Bewegung, allein nach einer Minute kam alles auf einmal zum heftigſten Brauſen mit augenblicklicher Entbindung unglaublich vieler Salpeterluſt. 4. Delaval hatte Prieſtley'n verſichert, daß alle zuſammenziehende Gewächsſtoffe, z. B. Galläpfel, die Fieberrinde, grüner Thee, ſehr geſchwind und beynahe wie verſchiedene Metalle, mit Entwickelung vieler Luſt, von der Salpeterſäure aufgelößt würden; Prieſtley fand dieß bey Galläpfeln beſtätigt, doch betrug die Luft dem Anſcheine nach nicht mehr, als von jedem andern Gewächsſtoffe, war auch eben

ſo

ſo beſchaffen, wie von den meiſten; die Hälfte war fixe Luft und die übrige ſo ſalpeterartig, daß 1 Maaß mit 2 Maaß gemeiner Luft einen Raum von $2\frac{1}{2}$ Maaß einnahm. 5. Mit andern Säuren gemiſchte Salpeterſäure wirkte für ſich zuerſt, dann die andere; mit gleichen Theilen Vitriolöl gemiſchte und verdünnte gab mit Eiſen zuerſt größtentheils ſtarke ſalpeterartige, zuletzt entzündbare, mit Zink zuerſt knallende entzündbare, zuletzt ſolche, welche die Flamme unterhielt; mit Salzſäure gemiſchte gab mit Eiſen anfänglich eine Luft, welche einer Miſchung aus ſalpeterartiger und entzündbarer Luft ähnlich war, zuletzt entzündbare; ſo auch mit Eſſig gemiſchte.

17. Nachricht von verſchiedenen Verſuchen über die Möglichkeit, die ſalpeterſauren Dämpfe durch thieriſche Oele zu ſperren. Fiſchthran verſchluckte ſie, obgleich nicht ſo geſchwind wie Waſſer, ward dabey heiß, grün, endlich beym Erkalten roth und gerann, fiel dann in andern Oelen wie zu Eis gefrornes Oel nieder, gab phlogiſtiſirte Luft von ſich und ward von laugenſalziger Luft beynahe ſchwarz; andere thieriſche Oele dienten eben ſo wenig zur Erreichung dieſer Abſicht.

18. Beobachtungen über die ſalpeterſauren Dämpfe ſelbſt. Er ſchloß ſie in Flaſchen ein, und fand, daß ſie ihre rothe Farbe lange Zeit behielten, die durch Hitze erhöht wurde, nur verloren ſie dieſelbe bey der Phlogiſtiſirung gemeiner Luft.

19. Von der Sättigung des Waſſers mit Salpeterdämpfen. Prieſtley verſuchte überhaupt dreyerley Arten, die ſalpeterſauren Dämpfe auf andere Stoffe wirken zu laſſen; 1. Flaſchen mit

Dämpfen zu füllen, und die Stoffe dann hineinzu⸗thun, 2. die Dämpfe zu den Stoffen in eine reine Flaſche gehn zu laſſen, 3. bey Flüſſigkeiten das Rohr hineinzutauchen, und die Dämpfe durch ſelbige hin⸗ausſtrömen zu laſſen.

In eine mit ſolchen Dämpfen angefüllte Flaſche gegoſſenes und geſchütteltes Waſſer ward wahrer, je⸗doch ſchwacher und farbenloſer Salpetergeiſt; vom Durchſtrömen der Dämpfe ward es warm, fing heftig an zu perlen und ward hellblau, verlor dieſe Farbe aber an freyer Luft wieder durchs Fortgehen rother Dämpfe; bey fortgeſetzter Schwängerung in zuſam⸗mengeſetzten Flaſchen, da die aufſtrömenden Dämpfe in andere weiter geleitet wurden, ward es grün, im⸗mer dunkler, endlich gelblich; von der Entſtehung der blauen Farbe bis zum Anfange der grünen ging ſehr viel ſalpeterartige Luft fort, welche nach Prieſtley die nöthige Erde aus dem Waſſer, durch die Verbin⸗dung mit dem Brennbaren, erhielt. Das Waſſer nahm hiebey um die Hälfte am Umfange zu, und verlor ſeine Farbe wieder an freyer Luft, noch ſchneller durch Ein⸗blaſen, indem häufige rothe Dämpfe entwichen; es enthielt nicht nur eine flüchtigere Säure als gewöhn⸗lich, ſondern auch ſo viel Säure, als der ſtärkſte Sal⸗petergeiſt, wenn er der gemeinen Luft ausgeſetzt gewe⸗ſen iſt; dieſer Salpetergeiſt war auch eine reinere Säure und fällte die Silberauflöſung nicht, enthielt aber mehr Brennbares, da er beſonders mit ſchwärz⸗lichen Zinkblumen über einer Lichtflamme ſtarke ſalpe⸗terartige, gemeiner Salpetergeiſt aber nur phlogiſti⸗ſirte Luft gab. Dieſer Verſuch ſchien auch Prieſtley'n zu beweiſen, daß die Erde die Grundmiſchung der ſal⸗peterartigen Luft ausmache, weil der nämliche blaue

Sal⸗

Salpetergeiſt ohne Zinkblumen keine Luft gab, wie die grüne Farbe des ſehr ſtark rauchenden Salpetergeiſtes durch Verdünnen mit Waſſer in einem gewiſſen Verhältniſſe: ferner daß der grüne einen guten Antheil Brennbares beſäße, weil mit wenigerm Brennbaren verſehener ſolche Farbe nicht erhielt; auch gab durch brennbare Stoffe verunreinigter Salpeter ſehr braunen Geiſt mit ungewöhnlich rothen Dämpfen, welcher mit ohngefähr dreymal ſo vielem Waſſer dunkelgrün ward.

20. Von der Schwängerung der Oele und des Weingeiſtes mit Salpeterdämpfen. Ueberhaupt gerannen die Oele und wurden roth. Olivenöl ward anfänglich himmelblau, hierauf gelblich, durch neue Schwängerung wieder blau, darnach pommeranzenfarbig, mit der Zeit weiß und ſteif, nur am Boden etwas flüſſig; Fiſchthran eben ſo, nur zuletzt braun; Terpentinöl gleich dick und gelblich, zuletzt roth und ſteif, mit oben ſtehenden weißen Dämpfen; weſentliches Münzöl braußte, ward heiß, grün, endlich dunkel pommeranzenfarbig und ſteif. Durch Schmelzen erhielten in der Folge alle dieſe Oele dieſelbe Farbe, rochen nach Salpetergeiſt, behielten aber daneben ihren eigenen Geruch. Aether änderte anfänglich ſeine Farbe nicht, der obere Theil der Flaſche ward mit weißen Dämpfen angefüllt, welche an einem Lichte wie eine Miſchung von entzündbarer und ſalpeterartiger Luft brannten; endlich erhielt es oben eine dunkelblaue Farbe und das darunter ſtehende $\frac{3}{4}$ blieb hell, zuletzt auf einmal grün, und ließ ſtromweiſe Luft fahren, welche phlogiſtiſirt war, wie die aus dem Lein- und Terpentinöl entbundene, wenn dieſe Oele mit den Dämpfen geſchwängert waren. Fiſchthran und Olivenöl

venöl ſo geſchwängert griffen das Queckſilber an und entwickelten Luft, nicht aber das Terpentinöl. Weingeiſt veränderte anfänglich ſeine Farbe nicht, gab einen Dampf, der an einer Lichtflamme grünlich brannte, ſonderte hernach Salpeteräther ab; der Weingeiſt und der Aether wurden hierdurch ſehr flüchtig, daß ihre Dämpfe leicht die eingeriebenen Stöpſel aus den Flaſchen herauswarfen; endlich ward aber auch der Weingeiſt ſchnell blau und wallte heftig auf; die Luft griff Queckſilber nicht an, ward zwar vom Waſſer halb verſchluckt, trübte aber das Kalkwaſſer nicht. Mit Salpeterdämpfen geſchwängerter Salpetergeiſt gab nach 2 Monathen durch Wärme Luft, welche fixe und entzündbare enthielt, welches Prieſtley'n muthmaßen ließ, daß die fixe Luft eine Abänderung der Salpeterſäure wäre.

21. Von der Schwängerung der Säuren u. ſ. mit Salpeterdämpfen. Vitriolöl und Salzgeiſt ließen ſich ſchwängern, nahmen jedoch ſo viel nicht auf, als Waſſer. Erſteres ward davon hellblau, gab weiße Dämpfe, und, mit Waſſer verſetzt und bewegt, die rothen Dämpfe wieder von ſich. Salzgeiſt ward dunkel pommeranzenfarbig und zu einem Königswaſſer, welches mehr Gold auflößte als das gemeine; hiebey entwickelte ſich ſalpeterartige Luft, welche einige Salzſäure zu enthalten ſchien. Die Zerlegung ſalpeterartiger Luft über Salzgeiſt machte ſolchen auch zu Königswaſſer. Mit vitriolſaurer Luft geſättigtes Waſſer nahm beynahe ſo viel Dämpfe auf, als reines, ward blau, gab viel ſalpeterartige Luft von ſich und weiße Dämpfe. So geſchwängerte Säuren zeigten auf Metalle die Wirkung der Salpeterſäure zuerſt. Das geſchwängerte Vitriolöl lößte Queckſilber

geſchwind

geſchwind auf, und gab zuletzt viel ſalpeterartige Luft, lößte Silber auf, wollte aber auf das Gold nicht wirken. Der geſchwängerte Salzgeiſt lößte auch Silber und Zink auf, und entband vom erſten ſalpeterartige, vom letzten entzündbare, mit einer grünen Flamme brennende Luft. Mit vitriolſaurer Luft und ſalpeterſauren Dämpfen geſchwängertes Waſſer lößte gar kein Gold auf, entband jedoch, mit Waſſer verdünnt, aus Zink ſalpeterartige und darauf, erhitzt, entzündbare Luft. Das obige Königswaſſer lieferte, bis zur Trockniß abgetrieben, eine beſondere ſaure, halb ſalpeterartige, halb ſalzſaure Luft, welche ſowohl ein Licht auslöſchte, als leicht entzündet ward, und dann mit einer ſchönen dunkelblauen Farbe brannte, übrigens aber viel betrug und bald aus dephlogiſtiſirter, bald phlogiſtiſirter, ein anderes mal auch aus ſalpeterartiger Luft beſtand; Queckſilber ward von den Dämpfen angegriffen, und wahrſcheinlich gingen erſt ſalpeterſaure Dämpfe, und dann die ſalzſaure Luft über.

Mit Schwefelleber geſättigtes Waſſer ward von ſalpeterſauren Dämpfen gleich milchig, darauf wieder klar mit einem käſigten Niederſchlage, welcher oben auf ſchwamm; ätzendes Laugenſalz verſchluckte viel, zeigte aber nichts merkwürdiges.

22. Von der Wirkung der ſalpeterſauren Dämpfe auf einige feſte Stoffe. Schwefel blieb ungeändert; Alaun ward weiß und undurchſichtig; Kochſalz verſchluckte ſie; etwas ſchwärzliche Zinkblumen, auf welche oft ein Strom derſelben gegangen war, gaben aus einem Flintenlaufe halb fixe, halb phlogiſtiſirte Luft; Mennige ward von den Dämpfen zuletzt ganz weiß und heiß, und gab nachher aus

einem Flintenlaufe viele, zuerſt ſalpeterartige, hernach dephlogiſtiſirte Luft.

23. Verſchiedene Beobachtungen in Anſehung des Verfahrens bey der Bereitung des Salpetergeiſtes, der Salpeterſäure ſelbſt und der zuerſt dabey entbundenen Luft. Bey der Entbindung durch Vitriolöl aus dem Salpeter ward die Luft nicht vermindert, wie Herr Woulfe angegeben hatte, ſondern viel dephlogiſtiſirte Luft erzeugt, von welcher die erſten Antheile $1\frac{1}{2}$ und zweymal ſo gut, als die gemeine Luft waren. Dieſe Luft entſtand Prieſtley'n zu Folge aus der Verbindung der Erde des Salpeters mit einem Theile ſeiner Säure, und die Säure gab einen weißen Niederſchlag.

24. Beobachtungen über die Farbe und Stärke, welche die Salpeterſäure unter verſchiedenen Umſtänden bey der Zubereitung erhält. Wenn auch gleich die Farbe vom Verhältniſſe des Brennbaren abhing, ſo war doch allemal eine recht ſtarke mit einer dunkeleren Farbe verſehen, ſo viele Sorgfalt man auch zur Entfernung des Brennbaren anwandte, von welchem ſolche abhing, wie die Färbung durch brennbare Stoffe erwies.

25. Von den Wirkungen der Auflöſungen des Wismuths und Uebertreibung auf die Salpeterſäure. Mit ſalpeterſauren Dämpfen aus einer Wismuthauflöſung geſchwängertes Waſſer gab mit Kupfer mehr ſalpeterartige Luft, als der zur Auflöſung angewandte Salpetergeiſt gegeben haben würde; welches Prieſtley der Schwängerung des Waſſers zuſchreibt. Indeſſen glaubt er auch,

daß

daß der Salpetergeiſt dadurch, daß er flüchtig wird, eine größere Kraft, ſalpeterartige Luft zu erzeugen, erhalte, indem bloßes Uebertreiben ihm mehrere Stärke gab, welches aber nur der Unterſchied zwiſchen friſch bereitetem und lange geſtandenem Salpetergeiſte geweſen ſeyn möge, als welcher letztere durch neues Uebertreiben ſeine vorige Beſchaffenheit wieder erhalte; beym Uebertreiben gehe der ſtärkſte zuerſt über und ſey dann weit flüchtiger und wirkſamer, als zuvor.

26. **Beobachtungen über die entzündbare Luft.** Aus Eiſen, Zink und Zinn ward ſolche vorzüglich entbunden, doch hatte ſie Prieſtley auch von Kupfer und Bley durch aufgegoſſenen Salpetergeiſt gewonnen. Nun erhielt Prieſtley bey der Auflöſung des Spießglanzkönigs im Salzſauren auch vermittelſt des Feuers wenige ſchwach entzündbare Luft. Er meinte, daß die bey Metallauflöſungen zu gewinnende entzündbare Luft zur Beſtimmung der Stärke der Säuren dienen könne. Verſtärkter Weingeiſt gab mit Zink und Eiſen auch entzündbare Luft. Daß fixe Luft, in welcher eine mit Waſſer angefeuchtete Miſchung von Eiſenfeil und Schwefel verwittert war, beym Waſchen mit Waſſer mehrere phlogiſtiſirte Luft als gewöhnlich zurückließ, brachte Prieſtley'n auf den Gedanken, daß ſolche Miſchung ſelbſt Luft erzeugt hätte; allein ſie gab keine unter Waſſer, im luftleeren Raume und unter Queckſilber, im letztern aber in der Wärme wirkliche entzündbare. In Dämpfen von Salpetergeiſt ward entzündbare Luft auf einmal eben ſo gut wie in gemeiner Luft entzündbar; der Salzgeiſt nahm Brennbares aus ihr an, ward dunkel gefärbt, und wirkte durch Schütteln auf ſie, wie dephlogiſtiſirte Luft; die Wirkung war aber von kurzer

Dauer, und der Durchgang durch Waſſer, oder der lange Aufenthalt in den Dämpfen, gab ihr ihre vorige Beſchaffenheit wieder. Terpentinöl und Weingeiſt veränderten ſie durch Schütteln, wie Waſſer, vermehrten ſie aber, da im Gegentheil das Waſſer ſie verminderte; doch entzogen ihr jene beym Ruhigſtehen die Zunahme wieder. Eiſen verminderte die entzündbare Luft nicht; Waſſer ſog ohngefähr $\frac{1}{13}$ ſeines Maaßes ein, ließ aber nach einem Monathe durch Kochen die nämliche Menge unverändert wieder fahren; das geſchwängerte Waſſer färbte die Lakmustinktur nicht merklich roth; von Eiſenfeil in ſalpeterſaurer Luft erzeugte entzündbare Luft erſetzte nicht alle Salzſäure, und da Prieſtley entzündbare Luft ohne alle Säure durch die Hitze des Brennſpiegels erhalten hatte, ſo war es ihm ungewiß, ob die Säure bey ſolchen Verſuchen noch zu etwas anderm diene, als das Brennbare zu entbinden, oder ſeine Verbindung mit der Erde zu befördern, welche zuverläſſig einen Beſtandtheil der entzündbaren Luft ausmache.

27. Beobachtungen über die vitriolſaure Luft. Beynahe alle feſte und flüſſige Stoffe gaben ſelbige bey der Auflöſung in heißem Vitriolöle, ſelbſt Eiſen und Zink, welche ſonſt in ſchwachem und kaltem entzündbare Luft lieferten; Gold und Platina ließen jedoch keine entbinden. Nach Prieſtley gibt die Schwängerung des Waſſers mit derſelben ein Mittel ab, die flüchtige Vitriolſäure in dem Zuſtande aufzubewahren; der Unterſchied derſelben von der gemeinen Vitriolſäure rühre bloß vom überſättigten Brennbaren her; das Verhältniß der Säure in beyden möge ſich durch die Sättigung der letztern mit Kupfer beſtimmen laſſen. Waſſer verſchluckte von ihr weniger,

als

als von ſalzſaurer Luft, und nahm in beyden Fällen nach der Sättigung nur wenig von der andern Luftart auf; der gelbliche ſalzige Stoff, welchen eine Miſchung derſelben mit laugenſalziger Luft abſetzte, ward an freyer Luft gleich weiß. Oele verſchluckten ſie, nach Verhältniß ihrer Flüſſigkeit, ſehr geſchwind, doch nicht ſo viel als Waſſer, und wurden endlich dunkler gefärbt. Vom elektriſchen Funken ſetzte ſie einen ſchwärzlichen Stoff ab, welchen Prieſtley nicht von der Beymiſchung des elektriſchen Stoffs, ſondern von der Erſchütterung des elektriſchen Schlages herleitet.

28. Beobachtungen über die Flußſpathſäure. Prieſtley wiederholt hier ſeine Hauptbeweiſe für den Satz, daß die Flußſpathſäure bloß die zur Auflöſung des Spaths angewandte und durchs Brennbare luftig gewordene Vitriolſäure ſey, welche Flußſpathrinde beygemiſcht enthalte, und fügt neue Verſuche hinzu. Erſtere gehen darauf hinaus, daß das Daſeyn des Brennbaren im Flußſpathe durch die mit der Salpeterſäure gewonnene Luft erwieſen ſey, mithin bey der Erhitzung deſſelben mit der Vitriolſäure vitriolſaure Luft entbunden werden müſſe. Das Waſſer verſchlucke hiebey den ſauren Theil der ſpathſauren Luft, und es werde zugleich die darin enthaltene Erde gefällt; überdem ſtimme das geſchwängerte Waſſer, außer weniger Flußſpathrinde, mit dem mit vitriolſaurer Luft geſchwängerten überein, auch gebe ſie ſolche durch Erhitzung von ſich; nur ſey allen dieſem entgegen, daß er mit vitriolſaurer Luft Flußſpathrinde nicht habe auflöſen, und ſo keine flußſpathſaure Luft habe erzeugen können. Nun habe er zwar aus Canton's Phosphor eine ähnliche Luft zu erhalten geglaubt, deren abgeſetzte Rinde er jedoch nur für Schwefel halte, er glaube

indeſſen nicht, daß ſolche verneinende Beweiſe die zu vor angeführten auf wirkliche Zerlegung ſolcher Luft ſich ſtützenden überwiegen könnten. Er glaubte, daß ſeine Meynung noch dadurch eine große Beſtätigung erhalte, weil 1. diejenige Luft, welche durch Salpeterſäure aus dem Flußſpathe entbunden ward, keine Rinde auf dem Waſſer abſetzte, und die durch Salzſäure entbundene ſalzſaure Luft war; 2. weil flußſpathſaure Luft vom Waſſer kaum ſtärker als vitriolſaure eingeſogen ward, und eben ſo viel laugenſalzige Luft als dieſe ſättigte. Bey dieſer Gelegenheit verglich auch Prieſtley noch andere Luftarten, und fand, daß 1 Maaß laugenartige Luft $1\frac{10}{20}$ Maaß Flußſpathſaure, 2 Maaß vitriolſaure, $1\frac{1}{8}$ Maaß ſalzſaure und $1\frac{6}{7}$ Maaß fixe Luft verſchluckte. Endlich führt Prieſtley einen mißlungenen Verſuch an, da vitriolſaure Luft mit Flußſpathrinde im Brennpunkte erhitzt, unverändert blieb, indeß die Rinde gleichſam aufgetrieben ward.

29. Verſuche über die ſeeſaure Luft. Mit vitriolſaurer Luft geſchwängertes Waſſer ſey lange nicht ſo ſauer wie Vitriolöl, mit ſalzſaurer aber laſſe es ſich ſaurer machen, als irgend eine Salzſäure auf gewöhnliche Art durch Deſtilliren, nur bleibe es blaſſer und beynahe ungefärbt. Gleiche Mengen mit ſalzſaurer Luft geſchwängertes Waſſer, und ſtärkſte Salzſäure, gleich ſtark mit Waſſer verdünnt und auf Zinkſpäne gegoſſen, entbunden, gaben erſteres 17, letztere 14, und nachdem ſie einen ganzen Tag in freyer Luft geſtanden hatten, erſteres 5, letztere 3 Maaß entzündbare Luft. Einige Verſuche über die Farbe der Salzſäure und Salpeterſäure fielen verſchieden aus.

30. Verſuche über die verſchiedenen Luftarten, welche keine gegenſeitige Wirkungen aufeinander äußern. Fixe Luft ward durch gemeine, entzündbare und fixe durch ſalpeterartige nicht geändert; der untere Theil einer Miſchung ſalpeterartiger und gemeiner ſchien am folgenden Tage die gemeine in etwas, wiewohl ſehr wenig, mehr als der obere Theil zu vermindern. Ueberhaupt laſſen ſich Luftarten von verſchiedenem Gewichte, wenn man nur einen miſchenden Stoß verhindert, trennen, nach einmaliger Miſchung aber bleiben ſie gemiſcht. Daher müſſe man in ein Gefäß mit gemeiner Luft eben ſo viel fixe oder andere hineinlaſſen, ehe die Hälfte derſelben hinausgehen könne, weil letztere allemal zur Hälfte mit hinausgehe; nach einer zweyten eben ſo großen Menge bleibe nur noch $\frac{1}{4}$, nach einer dritten $\frac{1}{8}$ u. ſ. w. gemeine Luft übrig, daher Percival unrichtig geglaubt habe, er halte bey ſeinen Verſuchen ſeine Pflanzen und Roſenblätter im mittelſten Gefäße der Parkerſchen Vorrichtung in einem Dunſtkreiſe von fixer Luft, da doch nur ein kleiner Antheil derſelben in dieſem Gefäße befindlich geweſen ſey.

31. Von den Wirkungen der fixen Luft auf das Wachſen der Gewächſe und die Farbe der Roſenblätter. Da Percival Verſuche mit Pflanzen und Roſenblättern angeſtellt hatte, welche den Prieſtleyſchen oben angeführten entgegen zu ſeyn ſchienen, ſo wiederholte letzterer die ſeinigen mit lauter fixer Luft über Waſſer. Münzenſtengel wurden in dieſer Luft ſchwarz und verwelkten, wobey die Luft nicht mehr, als von bloßem Waſſer, vermindert ward; eben ſo verwelkten Pflanzen in einer Miſchung gemeiner mit $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ fixer Luft; $\frac{1}{8}$ fixe zu gemeiner gelaſſen

laſſen machte die Spitzen der Blätter in einigen Tagen ſchwarz, und ſie verwelkten völlig in zehn Tagen, in bloßer gemeiner Luft erſt nach 3 Wochen. Prieſtley wiederholte die Verſuche nachher auf Percival's Art, und fand, daß Percival zwey Umſtände überſehen hatte: 1. daß die Pflanzen, eingeſchloſſen, wegen geringerer Ausdünſtung langſamer verwelken, 2. daß in ſeiner Vorrichtung nicht bloße fixe Luft, ſondern mit gemeiner gemiſcht zugegen geweſen ſey. Ströme fixer Luft tödteten Münzenſtengel in der nämlichen Vorrichtung ſehr bald, in gemeiner Luft aber blieben ſie lange friſch. Roſenblätter wurden bey wiederholten Verſuchen in fixer Luft erſt blau, dann grün, und endlich gelb, andere Blumen aber wenig verändert. Prieſtley hatte zu allen dieſen Verſuchen die fixe Luft aus Kreide durch Vitriolöl entbunden, zu den erſten hingegen die aus einer Brauerey genutzt. Auch hatte Percival gefunden, daß Pflanzen in Waſſer, welches mit fixer Luft geſchwängert war, beſſer fortkamen, als in gemeinem Waſſer; Prieſtley's wiederholte Verſuche waren nicht entſcheidend genug, doch meint er, es käme nur auf einen gewiſſen Reiz der Wurzeln an, welchen andere Säuren auch bewirkten, zu viele aber gleich tödteten.

32. Beobachtungen über die Erzeugung und Nichterzeugung der Luft unter verſchiedenen Umſtänden. Obgleich Prieſtley überzeugt war, daß alle Stoffe in einem größern Grade des Feuers zu Luft werden könnten, ſo fand er ſich doch oft in ſeiner Erwartung betrogen; hier führt er nun diejenigen Stoffe auf, welche keine Luft lieferten. Verſtärkter Weineſſig gab durch bloße Erwärmung keine, bey der Auflöſung einiger metalliſchen Stoffe zwar entzünd-

zündbare, aber mit Kupfer, Queckſilber, Wismuth, Holzkohlen, Terpentinöl, Weingeiſt keine, mit Schwefelleber etwas fixe Luft, die er aber ſchon vorher bey ſich gehabt haben mußte. Libavs rauchender Salzgeiſt gab auch keine Luft durch Erhitzen. Laugenſalze durch Zuſätze zu einer bleibenden Luft zu verändern, wollte nicht gelingen. Eiſen ward vergebens verſucht; auch die Schwefelleber in der laugenartigen Luft; Weingeiſt gab, auch mit zugeſetztem Kampher, bloße Dämpfe. Selbſt die riechbaren Theile der Körper verſuchte Prieſtley vergebens in bleibender Luftgeſtalt zu erhalten.

33. Vermiſchte Verſuche. 1. Queckſilber gab durch Kochen Luft von ſich, aber bloße gemeine Luft ſog hernach wenig ein und die übrige blieb gemeine Luft. 2. In dephlogiſtiſirter Luft vergingen Münzenpflänzchen eher, als in gemeiner. 3. Mennige, ſowohl für ſich allein als mit Salpetergeiſt, gab durch ſchnelle Hitze mehr Luft, als durch langſamer verſtärkte. 4. Die bey der Bereitung des Salpeterclyſſus mit Schwefel erhaltene Luft enthielt $\frac{1}{12}$ fixe und war übrigens phlogiſtiſirte Luft; waren Holzkohlen dazu genommen, ſo enthielt ſie nur $\frac{1}{20}$ fixe Luft, und die übrige löſchte zwar ein Licht aus, war aber ſo wenig phlogiſtiſirt, daß 2 Maaß und 1 Maaß ſalpeterartige Luft einen Raum von $2\frac{1}{4}$ Maaß einnahmen. 5. Außer dem Brennbaren, welches von faulenden Mäuſen wegging, ward auch fixe Luft entbunden und das Waſſer mit ſelbiger geſchwängert. 6. Die im Waſſer enthaltene Luft ward durchs Athmen der Fiſche ebenfalls verdorben. 7. Von $2\frac{11}{24}$ Maaßen Luft, welche ein Stück Schöpſenfleiſch durch Hitze gegeben hatte, waren $2\frac{15}{200}$ fixe, und die übrige entzündbare Luft,

Luft, deren Entbindung lange vor der erſtern aufhörte. 8. Die Stufe der Ausdehnung durch die Wärme zu finden, füllte Prieſtley eine 13 Unzenmaaß haltende Flaſche mit verſchiedenen Luftarten, ſteckte unter Queckſilber einen durchbohrten Kork hinein, in welchem eine lange gläſerne Röhre ſteckte, die ſeitwärts ſchräg in die Höhe ging, ſo daß im Halſe der Flaſche noch etwas Queckſilber blieb, welches bey der Ausdehnung der Luft in die Röhre gehen konnte, brachte ſie dann abwechſelnd in Wärme und Kälte, welche nach dem Fahrenheitſchen Thermometer beſtimmt wurden, und berechnete darauf die Zahl von Zollen, welche auf 10° gingen, wie folgende Tafel zeigt:

	Grade des Thermomet.	betrug die Ausdehn.	Zolle;	10°
bey gemeiner Luft	34° und 48°	-	1,85.	1,32
entzündbarer	34 - 48	-	2,87.	2,05
ſalpeterartiger	33 - 50	-	3,44.	2,02
fixer	32 - 50	-	3,97.	2,20
ſalzſaurer	32 - 50	-	2,40.	1,33
dephlogiſtiſirt.	32 - 51	-	4,2.	2,21
phlogiſtiſirter	32 - 51	-	3,15.	1,65
vitriolſaurer	33 - 48	-	3,70.	2,37
flußſpathſ.	46 - 56	-	2,83.	2,83
laugenartiger	32 - 50	-	8,56.	4,75

Die ſtarke Ausdehnung der letztern ſchreibt Prieſtley der in der Flaſche befindlichen Feuchtigkeit, und daraus entbundener Luft zu; daß entzündbare, ſalpeterartige und phlogiſtiſirte Luft, welche mehr Brennbares als gemeine Luft beſäßen, durch gleiche Wärme ſtärker ausgedehnt werden, ſey der Analogie gemäß, und erfolge bey allen Flüſſigkeiten; warum aber die dephlogiſtiſirte, welche doch weniger Brennbares enthalte,

halte, ſtärker ausgedehnt werde, ſieht Prieſtley nicht ein.

34. Einige Verſuche, welche nachher erſt angeſtellt worden ſind: 1. Beobachtungen über die fixe Luft: Weingeiſt und Salpetergeiſt gemiſcht lieferten wirkliche fixe Luft, zur Beſtätigung, daß ſolche ein künſtlicher Stoff und eine Abänderung der Salpeterſäure wäre. Auch beſtätigte ein wiederholter Verſuch die Erzeugung der fixen Luft durch Auflöſung des Eiſens im Salpetergeiſte; der Beytritt der gemeinen Luft lieferte indeſſen dazu auch einige; Holzaſche zog ſie auch, wiewohl langſam, aus der Atmoſphäre an; die wenige fixe Luft, welche die Wismuthauflöſung im Salpetergeiſte einmal gegeben hatte, konnte, wie Prieſtley nun fand, vom Waſſer geliefert worden ſeyn. 2. Beobachtungen über die ſalpeterartige Luft: Mit den Dämpfen der Wismuthauflöſung geſchwängertes Waſſer gab mit Kupfer $\frac{1}{16}$ mehr ſalpeterartige Luft, als eben ſo viel Salpeterſäure mit Waſſer verdünnt; eine zweyjährige Aufbewahrung in einer verkorkten Flaſche veränderte die ſalpeterartige Luft nicht; das Gefrieren des Waſſers, mit welchem ſie verbunden war, bewirkte einen merklichen Verluſt derſelben, wobey ein Niederſchlag erfolgte. 3. Beobachtungen über die vitriol- und flußſpathſaure Luft: Mit erſterer geſchwängertes Waſſer gefror zu Eis, aber nicht das mit letzterer geſchwängerte, welches nach Prieſtley's damaliger Meynung von der etwa in ihr enthaltenen Flußſpathrinde herrühren möchte, als welche die Luft zur Auflöſung des Eiſes fähig mache, mithin hier das Gefrieren hindern und dieſen Unterſchied beyder Luftarten bewirken könne.

Endlich folgen im Anhange Schreiben von verſchiedenen Gelehrten:

1. Schreiben des Herrn Warltire, die ſtrahlenbrechende Kraft der entzündbaren Luft und ihre Zerlegung durchs Feuer betreffend: Durch einen 72° großen Winkel einer dreyeckigen hohlen Glasſäule, welche das Vorderglas eines Dollondſchen Fernrohrs zur Hälfte bedeckte, erſchien ein 1280 Fuß entfernter Fenſterrahmen, welchen man halb durch die Glasſäule halb durch die Luft ſah, in der nämlichen Stellung ungetheilt, ſie mochte mit entzündbarer Luft gefüllt, und beyde Theile 4 Zoll von einander entfernt, oder davon befreyt ſeyn. Mennige, welche mit Salpetergeiſt benetzt war, entwickelte aus ſtarker Vitriolſäure dephlogiſtiſirte Luft; ein angebrachter Druck beförderte die Einſaugung der fixen Luft durchs Waſſer.

2. Schreiben des Hrn. Henry über die Wirkungen der fixen Luft auf die Erhaltung der Pflanzen. Henry gibt zu, daß die bey ſeinen und Percival's Verſuchen gebrauchte Luft aus fixer und gemeiner gemiſcht geweſen ſey, meint aber, da die Stoffe hiebey lang anhaltenden und zahlreichen Strömen der erſtern ausgeſetzt geweſen ſeyen, daß die fixe Luft im Uebermaaße den Pflanzen zwar ſchädlich, in mäßiger Menge aber und mit gemeiner gemiſcht ihrem Wachsthume und Erhaltung beförderlicher ſey, als gemeine Luft allein; Weintrauben, Erdbeeren und Kirſchen hielten ſich ſo länger, als in gemeiner Luft; ſo auch Erdbeerpflanzen und Münzenzweige; auch ward Milch nur ſäuerlich, nicht faul [r]).

Es

r) Experiments and obſervations on different kinds of air. Lond. 1774. 1775. 1776. 8. D. Joſ. Prieſtley's

Es iſt leicht zu denken, daß ſchon die erſten Verſuche Prieſtley's über die verſchiedenen Luftarten unter den Gelehrten vieles Aufſehen machten, und daß mehrere gereizt wurden, dieſen wichtigen Gegenſtand weiter zu verfolgen. Wirklich haben ſich auch viele Chemiker und Phyſiker damit beſchäftigt, während Prieſtley ſelbſt ſeine Unterſuchungen fortſetzte.

Scheele*), welcher von den anfänglichen Bemühungen Prieſtley's nichts gewußt zu haben ſcheint, war beynahe gleichzeitig mit dieſem durch den damaligen Streit über die Eigenſchaften der fixen Luft veranlaßt, verſchiedene Naturoperationen einer genauern Aufmerkſamkeit zu würdigen. Er bemerkt, daß Körper, welche der Fäulniß, oder der Zerſtörung durchs Feuer unterworfen ſind, einen Theil der Luft vermindern und gleichſam verſchlingen; zuweilen geſchehe es aber auch, daß ſie die Luftmaſſe merklich vermehrten, und endlich eine gegebene Menge Luft weder vermehrten noch verminderten. Erſcheinungen, welche gewiß merkwürdig ſeyen. Muthmaßungen könnten hier nichts gewiſſes beſtimmen. Man ſehe daher die Nothwendigkeit ein, Verſuche anzuſtellen, um Licht in dieſem Geheimniß der Natur zu erhalten.

Er entdeckte durch ſeine Unterſuchungen beynahe mit Prieſtley zugleich die vom leztern ſogenannte dephlogi-

ley's Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gattungen der Luft. Aus dem Engl. überſ. 3 Theile. Wien und Leipz. 1778. 8.

*) Chemiſche Abhandlung von Luft und Feuer. Upſal und Leipz. 1777. 8. zweyte Ausg. Leipz. 1782. 8.

phlogiſtiſirte Luft, welcher er den Nahmen Feuerluft gab, aus Gründen, welche aus dem folgenden erhellen werden. Zuerſt gibt er folgende allgemeine Eigenſchaften der gewöhnlichen Luft an: 1. Das Feuer muß eine gewiſſe Zeit in einer gegebenen Menge Luft brennen. 2. Wenn dieſes Feuer während dem Brennen kein dem Anſehen nach der Luft ähnliches Fluidum von ſich gibt, ſo muß dieſe Luftmenge, nachdem das Feuer von ſelbſt ausgelöſcht iſt, zwiſchen dem dritten und vierten Theile verringert ſeyn. 3. Muß ſie ſich mit dem gemeinen Waſſer nicht verbinden. 4. Alle Arten von Thieren müſſen eine gewiſſe Zeit in einer verſchloſſenen Menge Luft leben. 5. Saamen, als z. B. Erbſen, müſſen in einer gegebenen Menge gleichfalls verſchloſſener Luft, durch Hülfe etwas Waſſers und einer mittelmäßigen Wärme, ſowohl Wurzel ſchlagen, als auch eine gewiſſe Höhe erreichen.

Finden bey irgend einer andern dem äußerlichen Anſehen nach der Luft ähnlichen Flüſſigkeit alle dieſe Eigenſchaften nicht ſtatt, oder ſollte auch nur eine davon fehlen, ſo glaubt er ſich ganz richtig überzeugt zu halten, daß ſie nicht gewöhnliche Luft ſey.

Hiernächſt zeigt Scheele durch Verſuche, daß die gemeine Luft aus elaſtiſchen Flüſſigkeiten von zweyerley Art zuſammengeſetzt ſey. Er löſte zuerſt 1 Unze alkaliſche Schwefelleber in 8 Unzen Waſſer auf, goß alsdann 4 Unzen von dieſer Auflöſung in eine leere Bouteille, die 24 Unzen Waſſer enthalten konnte, verſtopfte ſelbige mit einem Kork, wendete die Bouteille um, und ſetzte den Hals in ein kleines Gefäß mit Waſſer; ſo ließ er ſie 14 Tage ſtehen. Während dieſer Zeit hatte die Auflöſung einen Theil von ihrer rothen Farbe verloren, und auch etwas Schwefel fallen

laſſen;

laſſen; nachher nahm er dieſe Bouteille, und hielt ſie in eben ſolcher Stellung in ein größeres Gefäß mit Waſſer, ſo daß der Kopf unter der Waſſerfläche und der Boden über der Fläche war, und zog den Kork unter dem Waſſer aus. Sogleich ſtieg das Waſſer mit Heftigkeit in die Bouteille; hierauf verſtopfte er ſie wieder, zog ſie aus dem Waſſer, und fand, daß die in ihr enthaltene Flüſſigkeit 10 Unzen wog. Hieraus war alſo klar, daß 6 Theile von 20 Theilen Luft in 14 Tagen verloren gegangen waren.

Bey wiederholten Verſuchen konnte er den Verluſt der gemeinen Luft nie höher, als 6 Theile, treiben.

Aus dieſem und mehreren andern Verſuchen ſchloß nun Scheele, daß bey jedem Verſuche das Phlogiſton, dieſer einfache brennbare Grundſtoff, zugegen ſey. Man wiſſe, daß die Luft das Brennbare ſtark an ſich ziehe, und den Körpern daſſelbe raube; dieſes ſey nicht allein aus ſeinen Verſuchen zu erſehen, ſondern es erhelle zugleich, daß bey dem Uebergange des Brennbaren in die Luft ein merklicher Theil Luft verloren gehe. Ob aber das von den Körpern verloren gegangene Phlogiſton noch in der Luft, welche in der Bouteille zurückgeblieben war, vorhanden, oder ob die verloren gegangene Luft mit den Materien, z. B. Schwefelleber, Oelen, ſich verbunden und fixirt habe? dieß ſeyen Fragen von Wichtigkeit.

Aus der erſtern Frage müßte folgen, daß das Brennbare die Eigenſchaft hätte, der Luft einen Theil ihrer Elaſticität zu rauben, und demnach von der äußern Luft näher zuſammengedruckt werde. Um ſich nun aus dieſen Ungewißheiten heraus zu helfen, glaubte er, daß eine ſolche Luft ſpecifiſch ſchwerer als

die gemeine ſeyn müßte, ſowohl wegen des in ſich habenden Phlogiſtons, als auch wegen einer größern Dichtigkeit. Allein er wurde beſtürzt, als er ſah, daß ein ſehr dünner Kolben, welcher mit dieſer Luft gefüllt und auf das genaueſte gewogen war, nicht allein mit einer gleichen Menge gemeiner Luft die Wage hielt, ſondern auch noch etwas leichter war. Er dachte alſo, daß die leztere Frage wohl ſtatt haben könnte; es müßte aber auch alsdann folgen, daß die verloren gegangene Luft aus den dazu gebrauchten Materien wieder könne ausgeſchieden werden. Allein auch dieß wollte ihm nicht glücken. So viel ſahe er aber aus ſeinen Verſuchen, daß die Luft aus zwey von einander verſchiedenen Flüſſigkeiten beſtehe, von welchen die eine die Eigenſchaft, das Phlogiſton anzuziehen, gar nicht äußere, die andere aber zu ſolchen Attraktionen aufgelegt ſey, und zwiſchen dem dritten und vierten Theil von der ganzen Luftmaſſe ausmache. Wo aber dieſe lezte Art Luft, nachdem ſie ſich mit dem Brennbaren verbunden, hingekommen, ſey eine Frage, welche durch fernere Verſuche entſchieden werden könne.

Um nun ſeinem Zwecke näher zu kommen, unterſuchte er zuerſt dasjenige Feuer, welches keine luftähnliche Flüſſigkeit während dem Brennen von ſich gibt. In einen dünnen Kolben, welcher 30 Unzen Waſſer enthalten konnte, brachte er 9 Gran Urinphosphor, und verſtopfte deſſen Mündung. Hierauf erhizte er die Stelle, wo der Phosphor lag, mit einem Lichte; der Phosphor entzündete ſich; der Kolben wurde mit einem weißen Nebel angefüllt, der ſich an die Wände wie weiße Blumen anlegte, und eine Phosphorſäure war. Nachdem der Kolben kalt geworden war, öffnete er ihn unterm Waſſer; hier druckte die äußere

Luft das Waſſer in den Kolben, welches gerade 9 Unzen betrug.

Hiernächſt ließ Scheele einige Stücke Phosphor 6 Wochen in demſelben Kolben liegen, nämlich ſo lange, bis er nicht mehr leuchtete, und fand alsdann, daß $\frac{1}{3}$ Luft verloren gegangen war.

Nun ſuchte er auch zu erforſchen, wie ſich die Luft gegen das Feuer verhalte, welches während dem Brennen ein luftähnliches Fluidum von ſich gibt.

Er ſtürzte auf verſchiedene Art einen großen Kolben über einen brennenden Körper, und fand jederzeit nach dem Erkalten, daß ein Theil Luft in dem Kolben verzehrt war; er ſchloß aber hieraus, daß die Hitze dieſen Antheil Luft ausgetrieben habe. Er ſucht nämlich zu beweiſen, daß die Verbindung, welche die Luft mit dem principio inflammabili eingegangen, ein ſo zartes Compoſitum zuwege gebracht habe, welches durch die zarten Zwiſchenräumchen des Glaſes gegangen und ſich in der Luft zerſtreuet habe.

Merkwürdig waren ihm beſonders die Phänomene der Deſtillation der rauchenden Salpeterſäure aus Vitriolöl und Salpeter. Wenn die Hitze zu Ende der Deſtillation zu groß iſt, ſo geräth die ganze Miſchung in eine ſolche Schäumung, daß alles im Recipienten übergeht, und, welches das Hauptſächlichſte iſt, es geht während dieſer Schäumung eine Art Luft über, welche nicht wenig Aufmerkſamkeit verdient. Nimmt man zu dieſer Deſtillation ein recht ſchwarzes Vitriolöl, ſo geht anfänglich die Säure ganz dunkelroth über, und ein in den Recipienten gebrachtes Licht pflegt auch ſogleich auszulöſchen; da hingegen zu Ende der Deſtillation, wenn die Miſchung

 ſtark

ſtark ſchäumt, unter dem mit blutrothen Dünſten angefüllten Recipienten ein brennendes Licht nicht nur zu brennen fortfährt, ſondern auch mit einer weit lebhaftern Flamme brennt, als in der gemeinen Luft. Daſſelbe geſchieht, wenn man am Ende der Deſtillation eine Vorlage anbringt, welche Luft enthält, in der das Feuer nicht brennen will; wenn dieſe nur eine halbe Stunde vorgelegen hat, ſo wird gleichfalls ein Licht in ſolcher Luft zu brennen fortfahren. Sollte nicht, frägt er, dieſe Luft, und inſonderheit derjenige Theil der Luft, mittelſt welchem das Feuer brennt, und der bloß den dritten Theil der Luft ausmacht, in den Recipienten durch die Deſtillation gekommen ſeyn? Muß nicht dieſe Art Luft, nachdem ſie ſich mit dem Phlogiſton verbunden, und dadurch den Sinnen gänzlich entwiſcht iſt, wieder zum Vorſchein kommen, wenn ein Körper ſie berührt, welcher eine ſtärkere Anziehung zum Brennbaren als dieſe Luft hat? Sollte man wohl Bedenken tragen zu glauben, daß eben dieſes in der Deſtillation des Salpetergeiſtes geſchehe? Alle ſeine Verſuche gaben ihm Anlaß zu muthmaßen, daß bey jeder Verbindung des Phlogiſtons mit der Luft eine Hitze erzeugt werde, folglich die Hitze aus derjenigen Luft, welche den dritten Theil der gewöhnlichen Luft ausmacht, und einem brennbaren Princip zuſammengeſetzt ſey. Dieſe Hitze ſey es, welche in der Deſtillation der concentrirten Salpeterſäure zerlegt, und in ihre Beſtandtheile aufgelößt werde. Dieſe habe ihr Daſeyn von dem Feuer erhalten, womit die Deſtillation unterhalten werde; ſie werde von der Luft, ohne welche kein Feuer gedacht werden könne, und dem Phlogiſton der Kohlen erſt zuſammengeſetzt; ſie dringe alsdann durch die Kapelle, Sand und Retorte, und treffe hier eine Materie an, welche das Brennbare

ſtärker als die mit ihr verbundene Luft anziehe; folglich werde die Hitze decomponirt, die Salpeterſäure erhalte dadurch eine dunkele Röthe. Die Luft, welche vorher durch das Phlogiſton ſo unbegreiflich zart zertheilt geweſen, bekomme ihre vorige Eigenſchaft wieder, ſie werde durch Hülfe der ſie begleitenden Säure, welche durch die Hitze elaſtiſcher geworden, mit in den Recipienten geſtoßen; hier ſey der Ort, wo ſie Brennbares wieder anzuziehen im Stande ſey, und da hier von dieſer Art Luft mehr, als in der gemeinen Luft, zugegen ſey, ſo ſey es kein Wunder, daß die Flamme auch hier ſtärker und heller brennen müſſe.

Um dieſe ſeine Hypotheſe wahrſcheinlicher zu machen, fing er dieſe Luft in einer Blaſe auf, füllte ein Glas, das 10 Unzen Waſſer hielt, damit an, und ſtellte ein ſchmales angezündetes Licht hinein; kaum war dieß geſchehen, ſo fing das Licht an, mit einer großen Flamme zu brennen, wobey es einen ſo hellen Schein von ſich gab, daß es die Augen verblenden konnte. Er miſchte 1 Theil dieſer Luft mit 3 Theilen ſolcher, in welcher das Licht nicht brennen wollte; hier erhielt er eine Luft, welche der gemeinen vollkommen gleich war. Da dieſe Luft nothwendig zur Entſtehung des Feuers erfordert wird, und etwa den dritten Theil unſerer atmoſphäriſchen Luft ausmache, ſo nennt ſie Scheele Feuerluft; die andere Luft aber, welche zur feurigen Erſcheinung gar nicht dienlich iſt, und welche in unſerer Luft etwa $\frac{2}{3}$ ausmache, nennt er verdorbene Luft.

Nachher hat Scheele ſeine Feuerluft aus mehreren Subſtanzen gewonnen, und Verſuche damit angeſtellt.

Lavoiſier [t]) ward indeſſen durch Prieſtley's erſte Bemühungen veranlaßt, ſeine Unterſuchungen weiter zu verfolgen. Er hatte bereits gezeigt, daß beym Verbrennen des Kunkelſchen Phosphors unter einer umgekehrt in Waſſer geſtellten Glocke ohngefähr $\frac{1}{5}$ der unter der Glocke eingeſchloſſenen Luft eingeſogen und der an der Luft bemerkte Abgang bey der durchs Verbrennen erhaltenen Phosphorſäure als ein Ueberſchuß wiedergefunden ward, und daraus geſchloſſen, daß dieſe Säure zum Theil aus Luft, oder wenigſtens aus einem in der Luft befindlichen elaſtiſchen Stoffe beſtände. Da bey dem Verbrennen des Schwefels und der Entſtehung der Schwefelſäure gerade die nämlichen Erſcheinungen ſtatt finden, ſo glaubte er ebenfalls zu ſchließen berechtigt zu ſeyn, daß die Luft in die Zuſammenſetzung dieſer letztern Säure einginge.

Dieſe erſten Schritte hatten ihn zum Nachdenken über die Beſchaffenheit der Säuren überhaupt gebracht, und bey der Unterſuchung der Umſtände bey ihrer Entſtehung und Zerſtörung hatte er wahrzunehmen geglaubt, daß ſie alle größtentheils aus Luft beſtänden, daß dieſer Stoff ihnen ſämmtlich gemeinſchaftlich wäre, und daß ſie hernach durch den Beytritt verſchiedener jeder Säure eigenthümlichen Grundſtoffe eine Verſchiedenheit von einander erhielten.

Was anfänglich nur eine ziemlich wahrſcheinliche Muthmaßung geweſen, ſey bald zu einer Gewißheit geworden, als er die Erfahrung auf die Theorie angewandt habe, und er ſey jetzt im Stande, bejahend

zu

t) Mémoire ſur l'exiſtence de l'air dans l'acide nitreux et ſur les moyens de decompoſer et de recompoſer cet acide in Mémoir. de Paris. an. 1776.

zu behaupten, daß nicht allein die Luft, ſondern ſogar der reinſte Theil der Luft, in die Zuſammenſetzung aller Säuren, ohne Ausnahme, eingehe; daß ſie das ſey, was ihre ſaure Beſchaffenheit ausmache, ſo daß man ihnen die Beſchaffenheit einer Säure nach Belieben nehmen, oder wieder geben könne, je nachdem man ſie des zu ihrer Zuſammenſetzung erforderlichen Antheils von Luft beraube, oder ihnen ſolchen ertheile.

Dieſe ſeine Behauptung ſucht Lavoiſier zuerſt bey der Salpeterſäure zu beweiſen, bemerkt aber ganz beſcheiden, daß die hieher gehörigen Thatſachen nicht ihm, ſondern Prieſtley'n zugehörten, nur in Anſehung der Schlußfolgen befinde er ſich mit Prieſtley in einem ganz entgegengeſetzten Zuſtande, und er hoffe, daß man ihm wenigſtens nicht das Eigenthum der Folgerungen ſtreitig machen werde.

Es ſey eine allgemein anerkannte Thatſache, daß faſt bey allen Metallauflöſungen in Säuren elaſtiſche Flüſſigkeiten entbunden würden, deren Eigenſchaften nach der Beſchaffenheit der Säuren verſchieden ausfielen, vermittelſt welcher man zur Erzeugung derſelben gelangt ſey. Dieſe verſchiedenen Luftarten hätten nicht ihren Grund in den Metallen, ſondern in der Zerlegung der Säure ſelbſt, und er habe wahrgenommen, daß daraus ein einfaches Mittel, die Säuren zu zerlegen, erwachſen könnte. Es ſchien ihm, daß er das beſte Licht über die Beſchaffenheit der Grundſtoffe, welche in die Zuſammenſetzung der Salpeterſäure eingehen, erhalten würde, wenn er Queckſilber in ſolcher auflößte, die verſchiedenen von dieſer Verbindung entweichenden elaſtiſchen Grundſtoffe auffinge, und die Erſcheinungen aufmerkſam beobachtete, welche ſie von dem erſten Augenblicke der Auflöſung an bis

dahin zeige, da das Queckſilber nach einem Uebergange in rothen Queckſilberkalk endlich wieder in ſeiner metalliſchen Geſtalt erſcheine.

Sobald er nun Queckſilber und concentrirte Salpeterſäure in einen kleinen Kolben mit einem langen und engen Halſe brachte, ſo erfolgte ein lebhaftes Aufbrauſen und eine ſehr ſchnelle Entbindung von Luft, welche er in verſchiedenen Glocken auffing, um die Verſchiedenheiten kennen zu lernen, welche zwiſchen der beym Anfange und der beym Ende des Brauſens entbundenen Luft vorkommen könnten, vorausgeſetzt, daß es einen Unterſchied zwiſchen denſelben gäbe. Als das Brauſen aufgehört hatte und alles Queckſilber aufgelößt war, fuhr er mit der Erhitzung fort; bald folgte auf das Brauſen eine aufwallende Bewegung, während welcher die Erzeugung einer Luft, beynahe in eben ſo großer Menge, als zuvor, anhielt; hiemit fuhr er ſo lange fort, bis in dem Kolben nur Queckſilberſalz in einer eher trockenen als feuchten Geſtalt nachblieb, welches an der Oberfläche gelb zu werden anfing. Die bis zu dieſem Zeitpunkte erhaltene Luft betrug etwa 190 Cubikzoll, welche von Prieſtley's Salpeterluft im geringſten nicht verſchieden war.

Bey der Fortſetzung dieſer Operation ward er gewahr, daß rothe Dämpfe von dem Queckſilberſalze aufſtiegen, aber dieſer Umſtand dauerte nicht lange, und die in dem leeren Raume des Kolbens befindliche Luft erhielt ihre Durchſichtigkeit bald wieder. Nachdem er die während der Dauer der rothen Dämpfe übergegangene Luft bey Seite gethan hatte, fanden ſich 10 bis 12 Zoll einer von der bisher übergegangenen ſehr verſchiedenen Luft, welche von der gemeinen nicht weiter verſchieden zu ſeyn ſchien, als daß die

die Lichter in ihr ein wenig brannten. Zu gleicher Zeit war der Queckſilberkalk zu einem ſchönen rothen Niederſchlage geworden. Als er nun fortfuhr, es bey einem gemäßigten Grade des Feuers weiter zu treiben, ſo erhielt er von demſelben binnen 7 Stunden 224 Cubikzoll einer viel reinern Luft, als die gemeine iſt, in welcher die Lichter mit einer viel lebhaftern Flamme brannten, welche er für die nämliche halten mußte, die er aus dem für ſich niedergeſchlagenen Queckſilberkalke erhalten hatte, und welche Prieſtley aus ſehr vielen Stoffen durch die Behandlung mit Salpetergeiſt gewann.

Da nun Lavoiſier fand, daß das Queckſilber durch die Reduktion weder in ſeiner Beſchaffenheit, noch merklich an ſeinem Gewichte verändert war, ſo konnten die 426 Cubikzoll Luft, die er erhalten hatte, offenbar nur durch die Zerlegung der Salpeterſäure hervorgebracht ſeyn; er hielt ſich alſo berechtigt, daraus zu ſchließen, daß 2 Unzen Säure 1) aus 190 Zoll Salpeterluft, 2) aus 12 Zoll gemeiner und 3) aus 224 Zoll beſſerer Luft, als die gemeine, beſtünden.

Wäre es nun möglich, fährt Lavoiſier fort, das Gewicht dieſer Luftmengen zu beſtimmen, ſo wie man ihren Umfang beſtimmen kann, ſo würde man daraus leicht das Gewicht des Waſſers folgern können, und alsdann eine vollſtändige Zerlegung der Salpeterſäure haben. Die von Prieſtley in dieſer Rückſicht angeſtellten Verſuche ſeyen aber noch weit entfernt, befriedigende Ausſchläge zu geben, und er geſtehe, daß er ebenfalls nur Annäherungen habe erhalten können, welche ungewiß genug ſind. Indeſſen ſetzt Lavoiſier bey Einem Pfunde Salpeterſäure die Gewichte ihrer Beſtandtheile alſo:

Sal-

Salpeterluft	-	1 Unze	2 Quent.		$3\frac{1}{5}$	Gran
Reinſte Luft	-	1	- 6	-	$32\frac{1}{5}$	-
Gemeines Waſſer		13	- 7	-	$36\frac{3}{5}$	-
zuſammen		1 Pfund				

Einen vollſtändigen Beweis der Zerlegung der Salpeterſäure gab ihm die Zuſammenſetzung der zerlegten Salpeterſäure durch die nämlichen Subſtanzen. Ehe er dieſe aber zeigt, ſucht er zuvor die Beſchaffenheit der Salpeterluft in ein größeres Licht zu ſetzen. Man ſollte glauben, meint er, daß nach Prieſtley's erſten Verſuchen die Salpeterluft nichts anders ſey, als Salpeterſäure in Dämpfen. Allein dieſe Meynung umzuſtoßen, bemerkt er, daß es ſogar zweifelhaft ſey, ob ſich die Salpeterluft in einem ſauren Zuſtande befinde, welches aus folgenden Verſuchen erhelle:

1. Könne die Salpeterluft durch ſehr beträchtliche Vorräthe Waſſer hindurchgehen, ja verſchiedene Monathe in Berührung mit demſelben bleiben, ohne in Geſtalt einer Flüſſigkeit verdichtet zu werden, und ohne weder an ihrer Beſchaffenheit, noch an ihrem Umfange die geringſte Veränderung zu erfahren; die Dämpfe des Salpetergeiſtes hingegen verbinden ſich ſehr leicht mit dem Waſſer, und es iſt bekannt, daß man ſie durch Waſſer verdichten kann.

2. Kann nur mit ſehr großer Schwierigkeit und nach einer beträchtlichen Zeit ein kleiner Antheil Salpeterluft mit den Laugenſalzen verbunden werden; nur durch langwierige und eigene Verfahrungsarten gelangt man dahin, und ſelbſt dann entſpringt aus dieſer Verbindung weder Salpeter noch Salpeterſalmiak,

wo⸗

woſern nicht gemeine Luft in die Verbindung eingegangen iſt.

Um nun wirklich darzuthun, daß die Salpeterſäure eine Zuſammenſetzung der eben angeführten Materien ſey, füllte Lavoiſier eine an einem Ende verſchloſſene Röhre, welche der Länge nach durch Feilſtriche, dem Umfange nach in gleiche Theile getheilt war, mit Waſſer, und kehrte ſie in ein anderes ebenfalls mit Waſſer gefülltes Gefäß um, ließ $7\frac{1}{3}$ Theile obiger Salpeterluft hinein, und miſchte dazu ſogleich 4 Theile reinere als die gemeine Luft; im erſten Augenblicke der Miſchung nahmen die $11\frac{1}{3}$ Theile Luft 12 bis 13 Maaße ein, aber gleich darauf durchdrangen die beyden Luftarten einander, es entſtanden ſehr rothe Dämpfe, wie von rauchendem Salpetergeiſte, welche auf der Stelle vom Waſſer verdichtet wurden, und in einigen Sekunden nahmen die $11\frac{1}{3}$ Theile Luft bis zu ohngefähr $\frac{1}{3}$ eines Maaßes, d. i. einem 34ſten Theil ihres urſprünglichen Umfangs ab.

Das in der Röhre befindliche Waſſer ward nach dieſer Vorrichtung merklich ſauer befunden, oder war vielmehr nichts anders, als eine ſchwache Salpeterſäure; durch die Sättigung derſelben mit Laugenſalz und Abdampfen erhielt Lavoiſier ächten Salpeter.

Statt der reinſten aus dem rothen Queckſilberniederſchlag gewonnenen Luft kann man ſich auch der gemeinen, wiewohl in größerer Menge, bedienen, und es wird hiebey ebenfalls alle Salpeterluft zerſtört, oder vielmehr verdichtet; und der Rückſtand der gemeinen Luft iſt nicht mehr im Stande, die Flamme des Lichts zu unterhalten, oder zum Athmen der Thiere zu dienen. Es würde daher erwieſen zu ſeyn ſcheinen,

daß

daß die atmoſphäriſche Luft nur $\frac{1}{4}$ wirkliche Luft enthielte, die einathmenbar wäre, die andern 3 bis 4 Theile aber eine Art Stickluft.

Aus allen dieſem zieht nun Lavoiſier die Folge, daß ſich bey der Auflöſung des Queckſilbers im Salpeterſauren dieſes Metall des in der Salpeterſäure befindlichen Antheils reiner Luft, welcher ihre ſaure Beſchaffenheit bewirkt, bemächtigt. Durch dieſe Verbindung wird auf der einen Seite das Queckſilber zu einem Kalke; auf der andern Seite dehnt ſich die derſelben reinen Luft beraubte Säure aus und erzeugt Salpeterluft.

Es iſt alſo nach Lavoiſier die durch den Thon aus dem Salpeter gewonnene Salpeterſäure nichts anders, als eine Verbindung des reinſten Antheils der Luft mit einer ziemlich beträchtlichen Menge Waſſer, und die Salpeterluft iſt die der Luft und des Waſſers beraubte Salpeterſäure. Hier bemerkt er zugleich, daß man ohne Zweifel fragen werde, ob das Brennbare des Metalls bey dieſer Verrichtung nicht eine Rolle mitſpiele? Ohne aber die Entſcheidung einer Frage von ſolcher Wichtigkeit zu wagen, wollte er darauf antworten: daß, weil das Queckſilber hiebey wieder genau ſo zum Vorſchein kommt, als es dazu genommen war, kein Anſchein da ſey, daß es Brennbares verloren, oder wieder angenommen habe, wofern man nicht behaupten wolle, daß das Brennbare, das zur Wiederherſtellung des Metalls gedient, durch die Gefäße gedrungen ſey; aber alsdann nähme man eine beſondere Art von Brennbarem an, welche von Stahls und ſeiner Schüler ihrem verſchieden wäre, dann ginge man auf den Grundſtoff des Feuers, auf das in den Körpern verbundene Feuer zurück, ein viel älteres,

älteres, als das Stahliſche, und von demſelben ſehr verſchiedenes Lehrgebäude.

Endlich glaubt er mit Recht einen Irrthum Prieſtley's rügen zu müſſen. Dieſer hatte nämlich gefunden, daß bey der Verbindung der Salpeterſäure mit jeder beliebigen Erde beſtändig gemeine, oder noch beſſere, als gemeine Luft erhalten werde, und hatte daraus geſchloſſen, daß die atmoſphäriſche Luft aus Salpeterſäure und Erde beſtünde. Dieſer gewagte Schluß, ſagt Lavoiſier, werde durch ſeine Verſuche hinlänglich widerlegt; es erhelle einleuchtend, daß nicht, wie Prieſtley behaupte, die Luft aus Salpeterſäure, ſondern die Salpeterſäure aus Luft beſtehe, und dieſe Bemerkung gebe den Schlüſſel zu ſehr vielen Verſuchen, welche in dem dritten, vierten und fünften Abſchnitte des zweyten Bandes von Prieſtley's Werke enthalten ſind.

Um dieſen wichtigen Gegenſtand noch mehr aufzuhellen, hatte ſich Lavoiſier noch weiter mit der Verbrennung des Phosphors und der daher entſtehenden Phosphorſäure beſchäfftigt, und es war ihm gelungen, beſtimmtere Ausſchläge darzuſtellen, und richtigere Erklärungen zu geben, als vormals. Seine Verſuche gaben ihm folgende merkwürdige Reſultate:

Zündet man mit Hülfe eines Brennglaſes Phosphor unter einer mit Queckſilber geſenkten gläſernen Glocke an, ſo nimmt man wahr:

1. daß man nur eine gewiſſe Menge Phosphor in einer beſtimmten Menge Luft verbrennen kann und dieſe Menge ohngefähr 1 Gran, gegen 16 bis 18 Cubikzoll Luft, beträgt.

2. Daß der Phosphor, welcher zum Verſuche gedient hat, wenn dieſe Menge einmal verbrannt iſt, verlöſcht, ohne daß er ſich durch irgend ein Mittel wieder anzünden läßt, wofern man ihn nicht wieder in Berührung mit friſcher Luft bringt, welche zum Verbrennen noch nicht gedient hat.

3. Daß friſcher unter die nämliche Glocke gebrachter Phosphor in derſelben nicht beſſer, als der erſtere, brennt.

4. Daß während dem Brennen des Phosphors eine ſehr große Menge von weißen, ſehr feinem Schnee ziemlich ähnlichen, Blumen oder Flocken entſteht, welche ſich allenthalben inwendig an die Wände der Glocke anhängen, und nichts anders als feſt gewordene Phosphorſäure ſind.

5. Daß im erſten Augenblicke der Verbrennung eine ziemlich beträchtliche Ausdehnung der unter der Glocke eingeſchloſſenen Luft nach Verhältniß der durchs Verbrennen verurſachten Hitze erfolgt; wenn dieſer Augenblick aber vorüber iſt, ſo erleidet die nämliche Luft eine beträchtliche Abnahme am Umfange, ſo daß ſie, wenn die Gefäße kalt geworden ſind, nicht mehr als höchſtens $\frac{4}{5}$ oder $\frac{5}{6}$ des Raums einnimmt, welchen ſie vor dem Verbrennen einnahm. Gelangt man durch ein oder das andere Mittel dahin, die weißen Blumen, welche während dieſer Verrichtung entſtanden ſind, zu ſammeln und zu wägen, ehe friſche Luft ſie berührt, ſo nimmt man wahr, daß ſie $2\frac{1}{2}$ mal ſo viel, als der Phosphor, welcher zu ihrer Erzeugung gedient hat, wiegen, d. i. daß man durch 1 Gran Phosphor $2\frac{1}{2}$ Gran feſt gewordene Phosphorſäure erhält.

Dieſe

Dieſe außerordentliche Zunahme am Gewichte entſpricht der eingeſogenen Luftmenge in einem ziemlich genauen Verhältniſſe. Die Einſaugung auf jeden Gran verbrannten Phosphor beträgt nämlich ohngefähr 3 Cubikzoll; nun wägen 3 Cubikzoll Luft ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Gran, welche mit dem 1 Gran Phosphor zuſammen $2\frac{1}{2}$ Gran ſaure Blumen geben müſſen, was man auch wirklich wahrnimmt.

Die durchs Verbrennen des Phosphors verminderte Luft iſt nicht dichter, als die gemeine Luft; ihr eigenthümliches Gewicht hat ſogar eher ab, als zugenommen; ſie iſt nicht mehr zum Athemholen der Thiere fähig, auch nicht die Verbrennung und Entzündung der Körper zu unterhalten; mit einem Worte, ſie hat die völlige Beſchaffenheit einer Stickluft. Thut man zu dieſer ſolchergeſtalt zerlegten Luft eben ſo viel dem Umfange nach aus Bleykalk oder Queckſilberkalk gewonnene reine Luft hinzu, als während dem Verbrennen eingeſogen worden iſt, ſo wird ſie wieder zum Athmen tauglich, und zum Verbrennen der Körper fähig, mit einem Worte, ſie erhält die Eigenſchaften wieder, welche ſie vor dem Verbrennen beſaß.

Hat man auf ſolche Art durch einen Zuſatz von reiner Luft die übrig gebliebene Luft beym Verbrennen des Phosphors wieder hergeſtellt, und verbrennt abermals Phosphor in derſelben, ſo erfolgen die nämlichen Wirkungen, wie beym erſten Verbrennen; es erfolgt eine Abnahme am Umfange von beynahe $\frac{1}{5}$, die rückſtändigen $\frac{4}{5}$ ſind, wie beym erſtenmale, Stickluft u. ſ. f.

Dieſer ganze Vorgang des Verbrennens des Phosphors und der Entſtehung ſeiner Säure kann

ebenfalls auf die Verbrennung des Schwefels und der Entſtehung der Schwefelſäure angewandt werden, nur mit dem Unterſchiede, daß, da der Schwefel nicht ſo leicht, wie der Phosphor, im Brennen zu erhalten iſt und viel leichter verlöſcht, es viel ſchwerer hält, einer gegebenen Menge Luft der in ihr befindlichen Menge vorzüglich zum Athmen tauglicher Luft durch den Schwefel, als durch den Phosphor zu berauben; ſobald $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{8}$ dieſer Luft verzehrt worden iſt, will der Schwefel nicht mehr brennen, dahingegen andere verbrennliche und leichter im Zuſtande des Glühens zu haltende Körper, z. B. Phosphor, noch in derſelben brennen würden. Dieſe Schwierigkeit, das Verbrennen des Schwefels zu unterhalten, hat Lavoiſier'n verhindert, mit dieſem Stoffe ſo genau beſtimmte Ausſchläge, wie mit dem Phosphor, zu erhalten.

Aus dieſen Verſuchen glaubte Lavoiſier ſchließen zu können:

1. Daß die Luft unſerer Atmoſphäre ohngefähr aus $\frac{1}{4}$ reiner und $\frac{3}{4}$ ſchädlicher Luft beſtehe.

2. Daß der Phosphor beym Brennen nur auf den vorzüglich zum Athmen tauglichen Antheil Luft wirke, ohne eine Wirkung auf die Stickluft zu äußern.

3. Daß die Schwefel- und Phosphorſäure über die Hälfte ihres Gewichts aus vorzüglich zum Athmen tauglicher Luft beſtehen.

Lavoiſier hat ferner in einer andern Abhandlung die Natur der atmoſphäriſchen Luft durchs Verbrennen der Lichter in ſelbiger genauer zu enthüllen geſucht. Er bemerkt zuerſt, daß wahrſcheinlich die rückſtändige Stickluft wiederum zuſammengeſetzt ſey, und unterſcheidet daher zuförderſt folgende 4 Arten Luft:

1. Die Luft der Atmoſphäre; dieß iſt diejenige, in welcher wir leben, welche wir athmen, u. ſ. f.

2. Die reine, vorzüglich zum Athmen taugliche Luft; dieß iſt diejenige, welche nur ohngefähr den 4ten Theil in der Zuſammenſetzung der Luft der Atmoſphäre ausmacht, und welche Prieſtley ſehr uneigentlich dephlogiſtiſirte Luft genannt habe.

3. Die Stickluft der Atmoſphäre, welche $\frac{3}{4}$ in der Zuſammenſetzung der Atmoſphäre ausmacht, und deren Beſchaffenheit uns noch ganz und gar unbekannt ſey.

4. Die fixe Luft, welche er mit dem Nahmen luftförmige Kreidenſäure belegt.

Hierauf führt Lavoiſier an, daß faſt alle diejenigen, welche ſich mit Verſuchen über das Verbrennen der Lichter beſchäftigt haben, ſich überredet hätten, daß während dem Verbrennen eine beträchtliche Verminderung des Umfanges der Luft erfolge; man habe, ſolches zu beweiſen, einen ſehr einfachen Verſuch angeſtellt, welcher aber nichts weniger, als Schlußfolgend ſey. Man hat nämlich eine Kerze auf den Teller einer Luftpumpe geſtellt, eine Glocke darüber gedeckt, und wahrgenommen, daß die Kerze nach Verlauf eines ſehr kurzen Zeitraums verloſch, und die Glocke dem Teller anhing, wenn die Gefäße kalt geworden waren; nun konnte dieſer Erfolg nur in ſo fern ſtatt finden, als der nach dem Verbrennen unter der Glocke übrigbleibende Umfang Luft geringer als der war, welchen ſie vor dem Hineinſtellen der Kerze erfüllte; aber man habe nicht daran gedacht, daß man keine Glocke über eine Kerze decken könne, ohne daß die Luft in der Glocke in dem nämlichen Augenblicke, da man ſie über

die Kerze decke, erhitzt werde. Man ſchließe alſo heiße Luft unter die Glocke ein; nun nehme aber heiße Luft beym Erkalten am Umfange ab, es ſey daher kein Wunder, daß die Glocke feſt am Teller hange, wenn das Licht verloſchen ſey und die Gefäße kalt geworden ſind.

Ueberdem ſey dabey zu bedenken, daß es wenige Luftpumpen gebe, welche nicht einige Antheile Luft zwiſchen dem Leder und dem Rande der Glocke durchgehen ließen, beſonders in dem Augenblicke, wo die Glocke, anſtatt dem Teller anzuhängen, vielmehr vermöge des durch die Ausdehnung verurſachten Beſtrebens von demſelben zurückgeſtoßen werde; es gehe alſo faſt allemal Luft, während dem Verbrennen des Lichts, fort. Sodann bleibe nicht mehr Luft genug unter der Glocke, um dem Drucke des Dunſtkreiſes das Gleichgewicht zu halten, und es entſtehe daraus eine neue Urſache der Anhängung der Glocke an den Teller.

Die Verſuche, welche in Glocken, die in Waſſer geſtellt ſind, angeſtellt worden, ſeyen nicht Schlußfolgender; 1. denn dehne ſich die Luft während der nämlichen Zeit aus, da man die Lichter hineinſtelle, fahre während der Zeit des Verbrennens fort, ſich auszudehnen, und folglich gehe eine merkliche Menge Luft unter dem Rande der Glocke weg; es ſey alſo unmöglich, die Menge der Luft, in welcher man die Verrichtung angeſtellt habe, genau kennen zu lernen, mithin zu wiſſen, ob wirklich eine Verminderung des Umfangs erfolgt ſey, und wie viel ſelbige betragen habe. 2. Habe das Brennen der Lichter die Eigenſchaft, daß es einen Antheil der Luft der Atmoſphäre, oder beſtimmter zu reden, einen Theil der in der Atmoſphäre befindlichen reinen Luft in luftförmige Krei-

den-

denſäure verwandele. Nun beſitze dieſe die Eigenſchaft, ſich mit dem Waſſer zu verbinden; nehme man alſo an, daß bey dieſem Verſuche eine durchs Verbrennen verurſachte Verminderung des Umfangs erfolgte, ſo ſey es unmöglich, ſelbige von derjenigen zu unterſcheiden, welche vermöge der Verbindung der luftförmigen Kreidenſäure mit dem Waſſer ſtatt finde.

Dieſe Betrachtungen nöthigten Lavoiſier'n, ſtatt des Waſſers weit vorzüglicher Queckſilber zu gebrauchen. Zu dem Ende richtete er eine Glasglocke mit aller möglichen Vorſicht ſo zu, daß die Glocke beſtändig eine gleiche Menge Luft einſchließen konnte. Nachdem er nun eine Kerze unter ſelbige brachte, wurde ſie nach und nach immer ſchwächer, und verloſch endlich. Anfänglich fiel das Queckſilber in der Glocke ein wenig herab, nach dem gehörigen Erkalten aber ſtieg es ziemlich genau bis zu dem vor dem Verſuche gemachten Merkmale im Glaſe. Nun war es ihm nicht hinreichend, daß er ſich überzeugt hatte: das Verbrennen verurſache keine merkliche Veränderung des Umfangs der Luft, ſondern es war ihm auch darum zu thun, die Luft ſelbſt, in welcher die Verbrennung vor ſich gegangen war, zu prüfen. Er ließ daher eine dünne Lage ätzendes fixes Alkali in dieſe Luft; ſogleich fing der Umfang der Luft an abzunehmen und zwar von 26 Cubikzoll bis zu $23\frac{1}{2}$ Cubikzoll; zu gleicher Zeit ward der unter die Glocke gelaſſene Antheil fixes Alkali fähig, mit den Säuren zu brauſen, welches ihm zum Beweiſe diente, daß die Verminderung des Umfangs durch die Verbindung der luftförmigen Kreidenſäure mit dem Laugenſalze verurſacht worden war.

Um noch genauere Reſultate zu haben, brachte er ein Stückchen Phosphor auf einer Schaale unter

eine Glocke, die er mit Queckſilber ſperrte; hierauf ſog er mittelſt eines gläſernen Hebers von außen das Queckſilber in der Glocke bis zu einer gewiſſen Höhe hinauf, die er genau bezeichnete. Nachdem er nun den Phosphor angezündet hatte, ſo erfolgte während dem Verbrennen eine ſtarke Ausdehnung der Luft, nach dem Erkalten aber ſtieg es ein wenig über das gemachte Zeichen. Hieraus ſolgte alſo, daß eine geringe Verminderung des Umfangs der Luft erfolgt war, welche ſehr genau $\frac{3}{4}$ eines Cubikzolls betrug. Da dieß nur $\frac{1}{288}$ des ganzen Luftvolumens betrug, ſo ſchließt Lavoiſier, daß dieſe Abnahme eigentlich für gar nichts angeſehen werden könne.

Dieſen und mehrern Verſuchen zu Folge könne man als ausgemacht annehmen: 1. daß das Verbrennen der Lichter den Umfang der Luft nicht merklich vermindere. 2. Daß dieß Verbrennen die Eigenſchaft beſitze, ohngefähr $\frac{1}{10}$ des Umfangs der Luft in luftförmige Kreidenſäure zu verwandeln. 3. Daß, wenn die Luft, in welcher ein Licht oder eine Kerze gebrannt habe, mit Waſſer, Kalkwaſſer, oder ätzendem Laugenſalze in Berührung ſtehe, ſie alsdann wegen der luftförmigen Kreidenſäure ſo verſchluckt werde, daß eine Verminderung ihres Umfangs um $\frac{1}{10}$ erfolge.

Dieſe Luft alſo, in welcher man ein Licht hat brennen laſſen, und die durchs Waſſer oder ſonſt des Antheils von luftförmiger Kreidenſäure beraubt iſt, ſey Prieſtley'n und verſchiedenen andern Naturforſchern zu Folge eine zum Theil phlogiſtiſirte Luft. Sie ſind nämlich der Meynung, daß aus den Kerzen, welche brennen, aus den Metallen, welche verkalkt werden u. ſ. f. ein Phlogiſton entbunden werde, welches ſich mit der Luft verbinde und dieſe ſättige. Dagegen

glaubt Lavoiſier, daß dieß Zurückbleibſel vom Verbrennen nichts anders als die Stickluft iſt, welche $\frac{3}{4}$ der Zuſammenſetzung der ihres reinen Theils mehr oder weniger beraubten Luft des Dunſtkreiſes ausmache, und in der That werde ſelbige, wenn man ihr das Zehntel zum Athmen tauglicher Luft wieder gebe, in ihren urſprünglichen Zuſtand wieder hergeſtellt; wäre nun dieſe Luft phlogiſtiſirt, ſo wäre es nicht genug, ihr das Fehlende wieder zu geben, ſondern man müßte ihr auch das nehmen, was ſie zu viel habe.

Nach Lavoiſier's Meynung enthält die Luft des Dunſtkreiſes, dem Umfange nach, ohngefähr $\frac{1}{4}$ reine und zum Athmen taugliche Luft; das Brennen der Lichter verwandelt nur $\frac{1}{10}$ in fixe Luft, oder luftförmige Kreidenſäure; nehme man alſo an, daß dieſer Umfang der Luft vor dem Verbrennen 100 betragen habe, ſo müßten nach der Verbrennung 75 Theile Stickluft und 15 Theile zum Athmen taugliche Luft zurückbleiben.

Bey dem Verbrennen einer Kerze in einer aus rothem Queckſilberniederſchlag bereiteten reinen Luft fanden dieſelben Erſcheinungen ſtatt, welche bereits Prieſtley beſchrieben hat; die Hitze war während dem Brennen ſo ſtark, daß ein Antheil Luft unter dem Rande der Glocke durch und davon ging, aber dieſe Menge war nicht beträchtlich; als das Licht verloſchen war, ließ er die Gefäße kalt werden, und eine Lage ätzendes fixes Alkali über die Oberfläche des Queckſilbers hinaufgehen; ſogleich ward die fixe Luft eingeſogen, und er fand durch dieſe Probe, daß $\frac{2}{3}$ der Luft durchs Verbrennen in fixe Luft verwandelt worden waren; aber was ihm am wichtigſten zu ſeyn ſchien, war dieß, daß das Drittel, das nach Einſaugung der fixen Luft durch das ätzende Laugenſalz zurückblieb, noch

beynahe reine Luft war. Nachdem er dieſe Luft unter eine kleinere Glocke hatte gehen laſſen, ließ er abermals eine Kerze in ihr brennen; dieſe gab eine Flamme, welche ſich ausbreitete, ohngefähr die Hälfte ward in fixe Luft verwandelt, und was übrig blieb, war noch beynahe eben ſo gut, als gemeine Luft.

Hieraus folgert Lavoiſier, daß, wenn man eine Kerze unter eine Glocke ſtelle, welche 100 Theile reine, oder vorzüglich zum Athmen taugliche Luft enthalte, 66 Theile in fixe Luft verwandelt würden, und von den übrigen 34 Theilen $21\frac{1}{4}$ noch im Zuſtande reiner Luft befindlich, und in fixe Luft verwandelt zu werden fähig ſind; endlich, daß von den 100 Theilen nur $12\frac{3}{4}$, d. i. ohngefähr $\frac{1}{8}$ einer Luft übrig bliebe, welche die Lichter verlöſche, ohne das Kalkwaſſer zu fällen, und ein Antheil der Stickluft des Dunſtkreiſes zu ſeyn ſcheine, welche die reine Luft enthält, und welcher ohne Zweifel deſto geringer ſey, je reiner die Luft geweſen.

Es ſey leicht einzuſehen, wie ſehr dieſe letztern Verſuche Prieſtley's Meynung von der Phlogiſtiſirung der Luft durchs Verbrennen umzuſtoßen dienten. Hätte nämlich, wie dieſer berühmte Naturforſcher behaupte, das Verbrennen die Eigenſchaft, die Luft zu phlogiſtiſiren, ſo müßte deſto mehr phlogiſtiſirte Luft erzeugt werden, je beträchtlicher die Menge der verbrannten Stoffe geweſen wäre; nun erfolge das Verbrennen bey gleichem Umfange der Luft in der reinen beynahe 4mal ſo ſtark, als in der gemeinen Luft; folglich müßte in jener 4mal ſo viel phlogiſtiſirte Luft entſtehen, da man doch im Gegentheil 9mal ſo wenig von derſelben erhalte.

End-

Endlich betrage der Rückſtand, den das Verbrennen des Phosphors und beſonders des Pyrophorus in der reinen Luft zurücklaſſe, noch viel weniger, als der, welcher vom Brennen der Lichter zurückbleibe, und man könnte beynahe ſagen, daß er ſo viel wie nichts betrage, dahingegen er, nach Prieſtley's Meynung, beträchtlicher ſeyn müßte; es ſey alſo falſch, daß man die Entſtehung der Stickluft, welche die atmoſphäriſche Luft nach dem Verbrennen zurückläßt, dem Ausfluſſe des Brennbaren zueigne; dieſer ſtickhaltige Theil der Luft ſey in derſelben ſchon vor dem Verbrennen zugegen geweſen.

Um dieſe Thatſache und die daraus gezogenen Folgen noch deutlicher darzuſtellen, hat Lavoiſier beſonders mit dem Luſtzünder mehrere Verſuche angeſtellt [u]). Er nahm 2 Quentch. von Homberg's Pyrophorus, legte ihn auf die Schaale einer ſehr ſcharfen Wage und nahm wahr, daß derſelbe, ſelbſt in dem Augenblicke, da er brannte, merklich am Gewichte zunahm, und dieſe Zunahme verſchiedene Minuten hindurch ſtatt zu finden fortfuhr. Um nun die Zunahme am Gewichte genauer zu unterſuchen, und vorzüglich, woher ſie komme, ſuchte er alle mögliche Umſtände beym Verbrennen mit der größten Sorgfalt zu beobachten.

Er ſuchte daher nach und nach 2 Quentchen Pyrophorus unter Glocken zu bringen, welche mit fixer Luft und Salpeterluſt angefüllt waren; in denſelben entzün-

u) Expériences ſur la combinaiſon de l'alun, avec les matières charbonneuſes, et ſur les alterations, qui arrivent à l'air, dans lequel on fait brûler du Pyrophore, in Mémoir. de Paris an. 1777.

entzündete er ſich nicht, und es erfolgte keine merkwürdige Erſcheinung.

Als er aber den Luftzünder in Glocken brachte, die gemeine Luft enthielten, ſo entſtand ſogleich eine beträchtliche Hitze, ohne Verbrennen, zugleich erfolgte eine Abnahme am Gewichte, welche im erſten Augenblicke ſchnell genug, nach einigen Minuten aber etwas langſamer ward, und nur erſt nach $\frac{3}{4}$ Stunden aufhörte. Dieſe Verminderung des Umfangs der Luft war ſtärker, als eine von denen, die er bis dahin erfahren hatte; ſie ſtand nämlich in dem Verhältniſſe wie 100 zu $72\frac{1}{2}$, d. h. ſie hat mehr als $\frac{1}{4}$ betragen.

Als er ferner den Luftzünder in reine Luft, die in Gefäßen eingeſchloſſen war, brachte, ſo entzündete er ſich, und brannte mit einem Funkeln, Kniſtern, und beſonders mit einem ſehr hellen Lichtglanze und der äußerſten Geſchwindigkeit; bald darnach ſtillte ſich die Lebhaftigkeit des Brennens, und der Glanz des Lichts nahm allmählig ab, bis endlich nach Verlauf einiger Minuten alles verloſch. Anfänglich bewirkte die ſtarke Hitze eine geringe Zunahme des Umfangs der unter der Glocke befindlichen Luft, aber auf die erſte Ausdehnung erfolgte eine ſchnelle Abnahme, welche ſelbſt wiederum nach der erſten Viertelſtunde langſamer ward, und nicht eher aufhörte, als bis die unter der Glocke befindliche Luft bis zu $\frac{1}{7}$ des Raums abgenommen hatte, den ſie vor dem Verbrennen des Luftzünders einnahm. Der Rückſtand war noch nicht ſo ſtark vermindert worden, als es geſchehen konnte; das Kalkwaſſer verminderte ihn noch beynahe um die Hälfte, daß folglich nur $\frac{1}{12}$ oder $\frac{1}{13}$ von dem urſprünglichen Umfange der Luft übrig geblieben war.

Dieſer

Dieſer letzte Rückſtand war noch beynahe reine, vorzüglich zum Athmen taugliche Luft, in welcher von neuem durchs Verbrennen des Pyrophorus $\frac{143}{144}$ des urſprünglichen Umfangs der Luft vom Waſſer einſaugbar gemacht wurden.

Hierdurch überzeugte ſich Lavoiſier, daß bey dem Verbrennen des Luftzünders die vorzüglich zum Athmen taugliche Luft außer dem Antheile, welcher von dem Luftzünder ſelbſt eingeſogen ward, ſich in fixe Luft verwandelt hatte, welche ſich nachher mit dem Waſſer verband.

Dieſe Erfolge, ſagt Lavoiſier, der Verbrennung des Luftzünders in der reinen Luft verbreiten ein helles Licht über die Erſcheinungen bey dem nämlichen Verbrennen in der gemeinen Luft. Die Erfolge ſeyen beynahe die nämlichen, nur mit dem Unterſchiede, daß die atmoſphäriſche Luft nur aus $\frac{1}{4}$ fixer Luft beſteht, die vom Waſſer eingeſogen wird; die $\frac{3}{4}$, welche nach dem Verbrennen und Einſaugen übrig bleiben, ſind die Stickluft des Dunſtkreiſes.

Einige andere Umſtände bey dieſem Vorgange ſchienen Lavoiſier'n zu beweiſen, daß ein Theil der reinen Luft vom Luftzünder während des Verbrennens eingeſogen werde und ſich mit ihm verbinde, und nur der Ueberſchuß in fixe Luft verwandelt werde.

1. Geſchehe die Verminderung des Umfangs reiner Luft im erſten Augenblicke der Verbrennung des Luftzünders bey weitem ſchneller, als eine bloße Verbindung der fixen Luft mit dem Waſſer erfolgen könnte; man wiſſe, daß das Waſſer überhaupt nur dann geſchwind mit fixer Luft angeſchwängert werde, wenn man die Luft und das Waſſer durch Schütteln zertheile,

theile, und die Berührungsſtellen vervielfältige. Dieſe Umſtände träten unter der Glocke, wo der Luftzünder verbrennt werde, nicht ein, hingegen ſey die beträchtliche Hitze ein beynahe unbedingtes Hinderniß der Vereinigung der fixen Luft mit dem Waſſer.

2. Sey es wohl ausgemacht, daß der Luftzünder während dem Brennen am Gewichte zunehme, daß dieſe Zunahme des Gewichts ſehr ſchnell geſchehe, und der Menge der Luft verhältnißmäßig entſpreche, von welcher man mit einigem Grunde annehmen könne, daß ſie bey dieſem Vorgange eingeſogen werde. Man habe zwar die Gewichtszunahme des Pyrophors der Feuchtigkeit der Luft, welche er anziehe, zuſchreiben wollen; allein, wenn der Luftzünder einmal ſtark erhitzt ſey, wenn er glühend und brennend geworden ſey, ſo könne man nicht mehr annehmen, daß er Feuchtigkeit aus der Luft anziehe, und es ſey einleuchtend, daß dieſe äußerſt ſtarke Hitze ſelbige vielmehr fortjagen und zu Dünſten auflöſen würde, wenn welche in dem Luftzünder befindlich wäre.

Es ſcheine daher gewiß zu ſeyn, daß der Luftzünder während ſeinem Verbrennen einen merkbaren Antheil reiner Luft einſauge und binde. Allein was wird nun aus dieſer Luft? Hierauf antwortet Lavoiſier ſo:

Koſte man den Luftzünder vor dem Verbrennen, ſo ſchmecke man nichts von dem Zuſammenziehenden des Alauns an demſelben, ſondern ſpüre ſtatt deſſen einen ſehr unangenehmen Schwefellebergeſchmack; habe man hingegen denſelben in reiner Luft brennen laſſen, ſo ſey ſein kohliger Stoff völlig verzehrt, er ſehe vollkommen weiß aus, habe einen Theil der zu-

ſammenziehenden Beſchaffenheit des Alauns, und lauge man ihn aus, ſo erhalte man einen mit ſeiner Erde überladenen Alaun.

Hieraus ſehe man deutlich, daß die Vitriolſäure des Alauns während der Entſtehung des Luftzünders zur Beſchaffenheit des Schwefels übergehe, während der Luftzünder brenne; nun ſey aber der Schwefel eine der zum Athmen tauglichen Luft beraubte Vitriolſäure; folglich könne die Vitriolſäure nicht aus dem Zuſtande einer Säure in den Zuſtand des Schwefels übergehen, ohne daß eine Bindung der nämlichen Luft erfolge, und dieß ſey das, was man bey den angeführten Verſuchen wahrnehme.

Indeſſen werde man über dieſe Verſuche folgende zwey Fragen thun. Man werde 1. fragen, warum erhalte man, wenn die Vitriolſäure des Alauns vorzüglich zum Athmen taugliche Luft enthalte, durch die Verkalkung deſſelben mit der Kohle hauptſächlich fixe Luft? und 2. woher komme die entzündbare Luft, welche mit derſelben übergehe? Auf die erſte Frage antwortet Lavoiſier, daß die zum Athmen vorzüglich taugliche Luft durch ihre Verbindung mit den kohligen Stoffen zur fixen Luft werde. Was aber die andere Frage betreffe, ſo ſey die Menge der entzündbaren Luft nicht immer gleich, ſondern deſto größer, je mehr Kohle angewandt worden ſey; dieſe Luft habe überdem nicht die nämliche Beſchaffenheit, wie die, welche man durch Auflöſung einiger metalliſchen Stoffe in der Vitriol- und Salzſäure erhalte; ſie ſey nicht ſo entzündbar, brenne mit viel größerer Schwierigkeit und verpuffe faſt gar nicht, wenn man ſie mit 2 Theilen gemeiner Luft verſetze. Eine ſehr merkwürdige Eigenſchaft, welche dieſe Luft beſitze, ſey die, daß ſie

durch

durch das Verbrennen zu fixer Luft werde; keine der übrigen entzündbaren Luftarten, welche man durch die Auflöſung der Metalle erhalte, zeige dieſe Erſcheinung, man möge Vitriolſäure oder Salzſäure dazu genommen haben, und, ſtatt bey ihrer Entzündung in fixe Luft verwandelt zu werden, ſchienen ſie Säuren zu geben, welche denen ähnlich ſind, von welchen man ſie erhalten habe. Dieſe Betrachtungen ließen ihm vermuthen, daß es drey Arten entzündbarer Luft gebe, nämlich vitrioliſche, kochſalzige und kreidenartige; von der letzten Art ſey die, welche während der Entſtehung des Luftzünders entbunden werde; da dieſe entzündbare Luft aber beym Brennen auf die gemeine Luft, oder auf den reinen Antheil derſelben, gerade dieſelben Wirkungen, wie die Kohle, äußere, ſo ſey er ſehr geneigt zu glauben, daß ſolche der kohlige Stoff ſelbſt, im Zuſtande von Dämpfen und unter der Geſtalt einer Luft, ſey; aus dem nämlichen Grunde ſchienen ihm die beyden andern entzündbaren Luftarten, die eine eine Art vitrioliſchen Schwefel, die andere, eine Art kochſalzigen Schwefel, im luftförmigen Zuſtande, zu ſeyn.

Um den Stoff, welcher vorzüglich die reine Luft bildet, und bey dem Verbrennen mehrerer Subſtanzen in derſelben eine Säure zuwege bringt, näher kennen zu lernen, hat Lavoiſier noch mehrere Verſuche und Beobachtungen angeſtellt. Außer dem Verbrennen des Phosphors ſey beſonders auch das Verbrennen des Schwefels merkwürdig, und es war ihm hiebey vorzüglich darum zu thun, den Stoff, welcher bey dem Verbrennen des Schwefels mit demſelben eine Verbindung eingegangen war, durch chemiſche Verſuche wieder zu finden. Zu dem Ende brachte er 4 Unzen Queckſilber und 6 Unzen Vitriolſäure in eine gläſerne Retorte, und erhitzte das

Ge-

Gemiſch im offenen Feuer langſam. Der Hals der Retorte, der ſehr lang war, ging in ein Bad von Queckſilber, und die Luft ging in dem Maaße, da ſie erzeugt ward, in lange und enge mit Queckſilber gefüllte Krüge über. Die Auflöſung ging mit einem ziemlich ſtarken Brauſen vor ſich, während welcher eine beträchtliche Menge ſchweflichter Luft entbunden ward. Dieſe Luft behält eine dauerhafte Elaſticität, ſo lange ſie durch Queckſilber geſperrt iſt und mit dem Waſſer in Berührung ſteht, und iſt nur nach Verhältniß der größern oder kleinern Gewichte, welche ſie zuſammenpreſſen, oder der Stufe der Hitze, die ſie erfährt, einer Ausdehnung und Verdichtung fähig.

Dieſe Luft iſt, wie Prieſtley wahrgenommen hat, im Stande, vom Waſſer eingeſogen zu werden; die Verbindung geht langſam, jedoch mit einer merklichen Hitze vor ſich; das Waſſer, welches ſolchergeſtalt mit luftförmiger Schwefelſäure geſchwängert worden iſt, ſieht klar und helle aus, und macht das aus, was man fließende flüchtige Schwefelſäure nennt. Je kälter das Waſſer iſt, deſto beträchtlicher erfolgt die Einſaugung derſelben, hingegen bey der Siedhitze deſſelben fällt die Einſaugung gänzlich weg.

Die erſten Antheile luftförmiger Schwefelſäure, die man erhält, ſind ſehr rein, aber in der Folge finden ſie ſich mit gemeiner Luft, oder wohl gar mit reiner Luft gemiſcht; die beyden Antheile von Luft kann man beſonders gewinnen, wenn man die ſchweflichte Luft mit einem Laugenſalze in Berührung bringt, da ſie dann in einigen Augenblicken eingeſogen wird, und nur der Antheil gemeiner oder vorzüglich zum Athmen tauglicher Luft übrig bleibt.

Hat

Hat man dieſe Verrichtung ſo weit getrieben, daß das Gemiſch beynahe zur Trockenheit gebracht iſt, und treibt alsdann das Feuer ein wenig ſtärker, ſo fährt noch einige wenige luftförmige Schwefelſäure überzugehen fort, aber die Menge reiner Luft, welche zu gleicher Zeit übergeht, nimmt immer mehr und mehr zu; wenn der Rückſtand endlich ganz und gar trocken iſt, ſo muß man das Geräthe verändern, weil das zur Vollendung dieſer Verrichtung nothwendig erforderliche Feuer die Retorte zum Fließen bringen würde, wenn ſie nicht in Sand läge.

Zu dem Ende brachte er 2 Unzen dieſes trockenen Gemiſches in ein beſonderes Geräthe, und gab ein ziemlich lebhaftes Feuer. Während der ganzen Operation ſind 1. ein wenig luftförmige ſchweflichte Säure, welche in der Wanne Waſſer, in welche der Hals der Retorte hineinging, eingeſogen ward, und 2. 91 Zoll ſehr reiner, vorzüglich zum Athmen tauglicher Luft übergegangen.

Das größte Verhältniß von Salpeterluft, das dieſe Luft einſaugen kann, um mit ihr geſättigt zu werden, iſt: 7 Theile gegen 4, und die 11 Theile, welche aus dieſer Miſchung erwachſen, gehen zu $1\frac{1}{8}$ Theil zuſammen, woraus man ſieht, daß die dephlogiſtiſirte Luft des Queckſilbervitriols der größten Stufe der Reinigkeit, zu welcher dieſe Luft bisher gebracht worden iſt, ſehr nahe komme.

In dem Maaße, wie die luftförmige Schwefelſäure und die vorzüglich zum Athmen taugliche Luft entbunden werden, wird das Queckſilber, welches mit ihnen im Queckſilbervitriole gebunden war, laufend wieder hergeſtellt, und geht, da es frey geworden iſt,

beym

beym Uebertreiben laufend über; aber nicht alles Queckſilber wird wieder hergeſtellt, ſondern es ſteigen zwey Arten von Queckſilberkalken in den Hals der Retorte auf, von welchen der eine weiß und ſalzig, und der andere grau ausſieht.

Da nun zur Verrichtung, ſchließt Lavoiſier, nur Vitriolſäure und Queckſilber angewandt werde, und letzteres in einer metalliſchen Geſtalt wieder zum Vorſchein komme, ſo könne die zum Athmen vorzüglich taugliche Luft offenbar nur ein zur Vitriolſäure gehöriges Produkt ſeyn; man finde alſo durch die Zerlegung die dephlogiſtiſirte, oder vorzüglich zum Athmen taugliche Luft, bey der Zerſetzung der Vitriolſäure wieder, welche dieſelbe während der Verbrennung des Schwefels eingeſogen habe *).

Durch vervielfältigtere Verſuche ward endlich Lavoiſier in den Stand geſetzt, alle dieſe Schlußfolgen allgemein auszudehnen, und zu behaupten, daß die reinſte Luft der Grundſtoff ſey, welcher die Säure ausmacht, und daß dieſer Grundſtoff allen Säuren gemeinſchaftlich ſey. Dieſen Wahrheiten zu Folge, die er als ausgemacht anſieht, belegt er die dephlogiſtiſirte Luft im Zuſtande der Verbindung mit dem Nahmen des Säure erzeugenden Grundſtoffs (principe acidifiant), *principe oxygene*, Sauerſtoffs. Aus ſeinen umſtändlichen Erörterungen zieht er folgende Schlüſſe:

1. Dieſer ſauermachende Grundſtoff bildet mit Wärme- und Lichtſtoff die reinſte Luft, Prieſtley's dephlogiſtiſirte Luft.

2.

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1777.

2. Derſelbe Stoff macht, mit den kohligen Stoffen oder der Kohle verbunden, die Kreidenſäure oder fixe Luft.

3. Mit dem Schwefel bildet er die Schwefelſäure.

4. Mit der Salpeterluft verbunden macht er die Salpeterſäure aus.

5. Mit dem Urinphosphor die Phosphorſäure, und

6. mit den metalliſchen Stoffen überhaupt die Metallkalke.

Ueberhaupt ergaben ſich aus allen ſeinen Verſuchen dieſe Folgen:

1. Daß, wenn der Sauerſtoff ſich mit einem Körper, von welcher Art ſolcher auch ſey, ohne ihn zu zerlegen, verbindet, er ihn in eine beſondere Säure verwandelt, welche außer den allen Säuren gemeinſchaftlichen Eigenſchaften ſolche, welche ihm eigenthümlich ſind, beſitzt.

2. Daß, was die metalliſchen Stoffe betrifft, er mit den meiſten derſelben zuſammengeſetzte Stoffe ausmacht, welche unter der Benennung der Metallkalke bekannt ſind.

3. Daß der Sauerſtoff, wie alle übrige, ſeine verſchiedenen Verwandtſchaften, und z. B. eine viel ſtärkere Verwandſchaft zum Zucker und den meiſten gewächs- und thieriſchen Stoffen, als zu der Salpeterluft hat, und daß es als eine Folge dieſes Vorzugs geſchieht, daß er dieſe letztern verläßt, um mit jenen Stoffen verſchiedene Arten von Säuren zu erzeugen.

4. Daß die Zahl der Säuren, welche man erzeugen kann, noch ganz und gar nicht beſtimmt iſt, weil man nicht alle Stoffe, welche ſich mit dem Oxygen zu verbinden im Stande ſind, und noch weniger die Mittel, welche man, um zu der Verbindung zu gelangen, anwenden kann, kennt.

5. Daß, da die Beſchaffenheit der Salpeterſäure jetzt beſſer als ehedem bekannt iſt, und das Daſeyn zweyer Grundſtoffe, nämlich der Salpeterluft und des Sauerſtoffs, in dieſer Säure beynahe erwieſen zu ſeyn ſcheint, ſolche ein ſchätzbares Unterſuchungsmittel für die Chemie wird, und daraus viel Licht bey der Unterſuchung der Gewächſe verbreitet werden kann.

6. Daß es nicht unmöglich iſt, daß der kohlige Stoff ganz fertig in den Gewächſen vorhanden, und nicht ein Werk des Feuers ſey, wie die Chemiker bisher gemeint haben.

Lavoiſier ſuchte ſeine neue Lehre über die Entſtehung der Säure noch mehr durch ein Verfahren, den Phosphor ohne Verbrennung in Phosphorſäure zu verwandeln, zu befeſtigen. Nicht allein ſeine Meynung von der Erzeugung der Wärme, ſondern auch vorzüglich die Verſuche Bertholet's über die Verbindung der Salpeterſäure mit dem Phosphor brachten Lavoiſier'n auf dieſes Verfahren. Nach Lavoiſier's Behauptung iſt das Verbrennen des Phosphors, um Phosphorſäure zu erhalten, nur ein Nebenumſtand; vielmehr ſey es gar wohl möglich, dergleichen zu gewinnen, wenn es nur möglich wäre, den Sauerſtoff in eine andere Verbindung, von welcher Art ſolche auch wäre, bringen zu können, in welcher

er nicht, wie in der Luft, durch den Feuerſtoff aufgelößt gehalten würde. Die Salpeterſäure ſchien ihm alle die Bedingungen, welche er verlangte, in ſich zu vereinigen. Der Sauerſtoff ſey in derſelben ſehr häufig vorhanden; er ſey mit der Salpeterluft verbunden, hange derſelben aber nicht ſehr an, woraus er geſchloſſen habe, daß der Phosphor ihr den Sauerſtoff leicht entziehen könne, und er zum Theil Salpeterluft, oder ſehr ſtark rauchende Salpeterſäure, und zum Theil Phosphorſäure erhalten müſſe.

Zu dem Ende lößte er nach und nach 2 Unzen 6 Quentchen Phosphor in 2 Pfund erhitzter Salpeterſäure auf. Anfänglich erhielt er 2 Quentch. 24 Gran ungefärbte, nicht rauchende, ſehr ſchwache Salpeterſäure; nachdem die Dämpfe ſtärker wurden, ſahe die Säure, welche überging, gelber aus, und fing an rauchend zu werden; der zweyte Antheil wog 3 Unzen 50 Gran.

Hierauf folgte eine dunkelgrüne noch rauchendere Salpeterſäure, als die vorhergehende, und wog 6 Unzen 2 Quentchen.

Die Salpeterſäure, welche er nachher erhielt, ſahe etwas weniger grün, war nicht ſo rauchend und wog 5 Unzen $5\frac{1}{2}$ Quentchen; gegen das Ende des Uebergangs dieſer Säure nahm die Stärke der rothen Dämpfe beträchtlich ab, und er erhielt nur weiße, kaum rauchende Salpeterſäure; dieſer letzte Antheil wog 4 Unzen 2 Quent. 6 Gran.

Die in der Retorte befindliche Feuchtigkeit war ſodann gänzlich mit Phosphor geſättigt, und die Antheile, welche er hinzuthat, wollten ſich durchaus nicht auflöſen laſſen, ob er gleich den Grad des Feuers ſehr ver-

verſtärkt und lange damit anzuhalten verſucht hatte. Dieſe Feuchtigkeit ſahe gelblich aus, hatte eine dicke öligte Conſiſtenz, und wog 13 Unzen 4 Quentchen. Um die derſelben anklebende flüchtige Säure wegzunehmen, brachte er ſie in ſehr verſtärktes Feuer. Hiebey erhielt er anfänglich eine ſchwache und leichte Salpeterſäure, welche immer wäſſeriger wurde; hierauf folgte ein braunrothes etwas bitteres Waſſer, welches nicht mehr ſauer war, und mit den Laugenſalzen nicht braußte; bey ſehr ſtarkem Feuer fingen endlich ſehr durchdringende weiße Dämpfe überzugehen an, welche ſich in der Vorlage ſammelten, und ächte Phosphorſäure waren.

Die in der Retorte zurückgebliebene Feuchtigkeit war wirkliche Phosphorſäure, wie die angeſtellte Vergleichung mit der, die er durchs Verbrennen mit Phosphor erhalten hatte, zeigte.

Es ſchien ihm, daß ſich mit dem Phosphor $3\frac{1}{2}$ Unze Sauerſtoff verbunden habe. Lavoiſier fand hierin einen neuen Grund, zu glauben, daß der Stoff des Feuers in dem Phosphore nicht ſo häufig, als man bisher geglaubt habe, befindlich ſey, und der, welcher während der Verbrennung deſſelben entbunden werde, von der Zerlegung, aber nicht des Phosphors, herkomme.

Indeſſen ſehe er wohl ein, daß die Vertheidiger der Stahlſchen Lehre eine andere ſehr annehmliche Erklärung von derſelben Erſcheinung geben werden; ſie werden nämlich behaupten, daß bey dieſem Vorgange das Brennbare des Phosphors von der Salpeterſäure hinweggenommen werde, und dieſe deßhalb im rauchenden Zuſtande übergehe; ſie wer-

den annehmen, daß dabey eine zweyfache Zerlegung vorgehe, eines Theils, daß ſich die in der Salpeterſäure befindliche dephlogiſtiſirte Luft, oder der Sauerſtoff, mit dem Phosphor verbinde, um ihn in Phosphorſäure zu verwandeln, und andern Theils, das Brennbare des Phosphors ſich nach der Salpeterſäure hinbegebe, um ſie zu rauchender Salpeterſäure zu machen. Er ſey weit entfernt, zu behaupten, daß ſich dieſe Erklärung bey dem jetzigen Zuſtande unſerer Kenntniſſe nicht behaupten ließe, aber er wolle nur anmerken, daß ſie vorausſetze:

1. Daß die rauchende Salpeterſäure mehr Brennbares als die nicht rauchende enthalte, und

2. Daß dieſer Ueberſchuß des Brennbaren bey dem angeführten Verſuche vom Phosphor herkomme, und dieß ſey eben das, was noch nicht bewieſen ſey.

Ferner hat Lavoiſier die von Scheele oben angeführten Verſuche wiederholt y) und ſie in Anſehung der Erfolge ganz richtig befunden. Nur bemerkt er ganz richtig, daß die Schlüſſe, welche Scheele daraus ziehe, keinesweges aus ſeinen Verſuchen folgten. Sein ganzes Syſtem gründe ſich darauf, daß beym Verbrennen und Verkalken Materie verloren gehe, und dieß ſey der Punkt, welcher feſtzuſetzen nöthig ſey. Zeige er nun aber, daß dieſes Factum falſch, nur eine unzuläſſige Vorausſetzung ſey, welche der Erfahrung widerſpreche, ſo werde auch das ganze ſinnreich erdachte Syſtem falſch ſeyn.

Lavoiſier hatte eine beſtimmte Menge Zinn in große gläſerne Retorten gebracht, dieſelben hermetiſch verſie-

y) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1781.

verſiegelt, ſie abgewogen und in Feuer gebracht, welches hinreichte, das Zinn in Fluß zu bringen und zu verkalken. Als er nach dem Verkalken die Retorten wieder wog, ehe er ſie öffnete, fand er, daß ſie weder am Gewichte ab- noch zugenommen hatten. Hätten ſich nun aber nach Scheele die Luft und das Phlogiſton während dem Verkalken mit einander verbunden, wäre das dadurch hervorgebrachte Feuer durch die Poren der Gefäße davon gegangen, ſo hätte das ganze Gewicht abnehmen müſſen, und da dieß nicht erfolgt ſey, ſo folge daraus unwiderſprechlich, daß Scheele von einer falſchen Vorausſetzung ausgegangen ſey.

Die Frage ſey alſo nicht dieſe, was aus der Luft beym Verbrennen, Verkalken und andern analogen Operationen werde? denn es ſey offenbar, daß ſie ſich mit dem Rückſtand verbinde, und daß man ſie entweder in der Materie wiederfinde, mit der man den Verſuch angeſtellt hat, oder in den luftförmigen Flüſſigkeiten, die ſich gebildet haben; ſondern die, woher der Stoff der Wärme, des Feuers und der Flamme komme? ob man ihn der Zerlegung des brennenden Körpers oder der Luft, ohne welche keine Verbrennung ſtatt finde, zuſchreiben ſolle? Dieſes ſey der Streitpunkt nach den neuern Entdeckungen.

Außer den Hrn. Prieſtley, Lavoiſier, Scheele haben ſich noch beſonders die Hrn. Fontana, Volta, Bergmann, Cavendiſh, Ingenhouß und mehrere andere mit Unterſuchungen über die verſchiedenen Luftarten beſchäftigt.

Schon im Jahre 1765. wurde dem Hrn. Franklin, als er durch Newjerſey reiſte, erzählt, daß ſich die Luft über verſchiedenen ſtehenden Gewäſſern daſelbſt

mit dem Lichte anzünden laſſe; auch ward im Jahre 1764. an D. Chandler in London geſchrieben, daß ſich dieſe Erſcheinung in einem gewiſſen Mühlteiche in Newjerſey zeige, und die Entdeckung von ohngefähr durch des Müllers Leute gemacht worden ſey. Nachdem endlich Prieſtley die brennbaren Gasarten näher entwickelt hatte, wurden mit der Zeit mehrere Gattungen dieſer Art entwickelt. In den Sümpfen, Pfützen und ſtehenden Gewäſſern, wo viele Pflanzen, Schilf und dergl. modern, trifft man in dem Schlamme des Grundes eine brennbare Luftart an, welche den beſondern Nahmen Sumpfluft führt. Volta [a]) hat beſonders darauf aufmerkſam gemacht, und gezeigt, wie man dieß Gas gewinnen könne. Man füllt nämlich eine Flaſche mit Waſſer an, kehrt ſie im Waſſer eines ſtillſtehenden Sumpfes um, bringt einen Trichter in die Oeffnung derſelben, und rührt mit einem ſpitzigen Stocke im Grunde, ſo ſteigt die Sumpfluft in Blaſen auf, und wird auf dieſe Weiſe in Flaſchen gewonnen. Eine noch bequemere Methode, die Sumpfluft mit einer an einem Stocke gebundenen Blaſe aufzufangen, beſchreibt Ingenhouß [a]).

Die Sumpfluft iſt zwar leichter als die gemeine, aber weit ſchwerer als andere brennbare Gasarten.

Scheele hatte bey Gelegenheit ſeiner Einwürfe gegen die Prieſtleyſche Theorie der Reſpiration behauptet, daß die brennbare Luft ſehr wohl athmenbar ſey,

a) Lettere ſull' aria inflammabile nativa delle paludi. Como 1776. 8. Alex. Volta Briefe über die entzündbare Luft, die aus den Sümpfen entſteht. Zürich 1778. 8.

a) Vermiſchte Schriften ꝛc. Wien 1784. 8. B. I. Num. II. S. 300.

ſey, und durchs Athmen ihre Entzündbarkeit verliere. Dadurch wurde Fontana [b]) veranlaßt, den Verſuch an ſich ſelbſt anzuſtellen. Er fand hiebey, daß Vermiſchung mit gemeiner Luft die brennbare wirklich einathmenbar macht, und daß dazu ſchon die Quantität gemeiner Luft hinreichend ſey, die in den Lungen eines Menſchen nach einem gewöhnlichen Ausathmen noch zurückbleibt. Er konnte auf dieſe Art einige Züge brennbare Luft athmen, und fühlte dabey ſogar eine beſondere Leichtigkeit; als er aber nach einem ſtarken und reinen Ausathmen brennbare Luft aus einem großen Gefäße einzog, ſank er beym dritten Athemzuge kraftlos auf die Kniee nieder. Auch ward durch die Reſpiration der Thiere, welche in brennbarer Luft ſtarben, die Entzündbarkeit derſelben nicht vermindert, außer wenn der Theil der entzündbaren Luft zu klein war, und ſie daher mit allzuviel gemeiner Luft aus den Lungen der Thiere gemiſcht ward. Dadurch wurden Scheele's Behauptungen völlig widerlegt, und zugleich die Veranlaſſung von ſeiner Täuſchung entdeckt.

Macquer und Montigny fanden, daß die brennbare Luft aus Eiſen und Vitriolöl den Silber-, Queckſilber- und Bleyauflöſungen diejenige braune und ſchwarze Farbe ſehr geſchwind und leicht mittheile, welche den Anfang der Reduktion anzeigt; hieraus ſchloſſen ſie, daß die brennbare Luft Phlogiſton enthalte. Chauſſier [c]) entdeckte, daß man in der brennbaren Luft keine Metalle verkalken, wohl aber Bley-

b) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXIX.

c) *De la Fond* eſſai ſur differ. eſpec. de l'air. p. 282. ſq.

Bley-, Eiſen- und Queckſilberkalke, ohne einen weitern Zuſatz, wieder herſtellen könne. Hieraus ſchloß er, daß die Gegenwart des Phlogiſtons in dieſer Gasart außer allem Zweifel ſey. Nach ſeiner Meynung iſt es darin durch reine Luft verbunden. Nach Richard Kirwan [d]) iſt die brennbare Luft das Phlogiſton ſelbſt; er erklärt ſie daher für einen elementariſchen Stoff. Allein Senebier [e]) behauptet gegen Kirwan, daß die brennbare Luft aus dem zu ihrer Entbindung gebrauchten Salze, Phlogiſton und Waſſer beſtehe. Kirwan zeigt aber in den Anmerkungen, daß der Antheil Salz höchſt unbeträchtlich und bloß zufällig ſey.

Uebrigens fand Cavendiſh [f]) die brennbare Luft zehnmal, Fontana funfzehnmal, Sigaud de la Fond ſechsmal leichter, als die gemeine Luft. Dieſe Verſchiedenheit in Anſehung ihrer Schwere iſt keinesweges zu bewundern, da ſchon Herbſt [g]) erwies, daß es verſchiedene Arten von brennbarer Luft gebe. Selbſt ſchon aus einerley Stoffe erhält man einen Unterſchied in der Menge und dem Verhältniſſe des brennbaren und fixen Gas, je nachdem man die Operation

d) Experienc. and obſervations on the ſpecific gravities and attractive powers of various ſaline ſubſtances. Lond. 1781. 4. Concluſion of the Experienc. and obſervat. eb. 1783. 4. Deutſch von von Crell. Berl. und Stettin 1783. 8. 2tes Stück 1785. 8.

e) Recherches analytiques ſur la nature de l'air inflammable. Geneve 1784. 8. überſetzt von von Crell mit Kirwans Anmerk. Leipz. 1785. 8.

f) Philoſoph. Tranſact. Vol. LVII.

g) De aere, fluidisque ad aeris genus pertinent. Propoſ. 25. p. 123.

ration bey langſamer und allmähliger, oder bey ſchneller und raſcher Erhitzung unternimmt [h]).

Bergmann [i]) entdeckte auch die ſogenannte Schwefelleberluft, hepatiſches Gas. Er erhielt ſie zuerſt aus der ſchwarzen Blende, einem ſchwefelhaltigen Zinkerze, durch aufgegoſſene Vitriolſäure. Nachher fand er, daß man dieſe Luft aus allen Schwefellebern durch Aufgießung einer Säure, vorzüglich der Salzſäure, ziehen könne, aber nicht durch Salpeterſäure.

Scheele [k]), der mit dieſer Luft ebenfalls Verſuche anſtellte, gewann ſie auch aus Kohlenſtaub und Schwefel, und aus Baumöl und Schwefel durch ſtarke Hitze. Er fand an ihr folgende Eigenſchaften:

1. Sie hat den ausnehmend ſtarken ſtinkenden Geruch der faulen Eyer oder der aufgelößten Schwefelleber; er nannte ſie daher ſtinkende Schwefelluft.

2. Präcipitirt ſie das Kalkwaſſer nicht.

3. Wird ſie vom Kalkwaſſer in ziemlicher Menge abſorbirt, welches einen ſtarken hepatiſchen Geruch bekommt, und etwas ſüßlich ſchmeckt.

4. Ein brennendes Licht, welches man in ein mit dieſer Luft angefülltes Glas hineinbringt, wird ſogleich ausgelöſcht. Wird aber der dritte Theil des Glaſes damit angefüllt und der übrige mit atmoſphäriſcher Luft, und fährt man alsdann mit einem Lichte hinein, ſo

h) Mémoir. ſur l'air inflammable tiré des differentes ſubſtances, redigé par M. *Minkeler*. à Louvain 1784.

i) De mineris zinci §. 8. 9. in opuſcul. Tom. II.

k) Von Luft und Feuer. Leipz. 1782. S. 159. 163.

ſo entzündet ſie ſich, und das Glas wird mit einem weißen dicken Nebel angefüllt; dieſe Luft riecht alsdann ſtark nach flüchtigem Schwefelſpiritus, und es ſetzt ſich ein weißes Pulver, welches wahrer Schwefel iſt.

Nach Bergmann und Scheele beſteht das hepatiſche Gas aus Hitze, Phlogiſton und Schwefel.

Prieſtley hatte behauptet, daß ſeine dephlogiſtiſirte Luft einen erdigen Beſtandtheil und eine Säure enthalte. Dagegen hat aber Fontana [1]) das Daſeyn einer Erde in dieſer Luft beſtritten, weil bey der Verwandlung des Queckſilbers in rothes Präcipitat, und der Wiederherſtellung aus demſelben, nichts am Gewichte verloren geht, und obgleich Prieſtley einen ſolchen Verluſt wirklich beobachtet zu haben glaubt, ſo hat er dagegen auch bey ſeinen Verſuchen ein ſo heftiges Feuer angewandt, daß daſſelbe leicht einen Theil des Präcipitats hat verflüchtigen und dadurch den Verluſt am Gewichte veranlaſſen können.

Ueber die Natur der Salpeterluft hatte man die Meynung, daß ſie aus Salpeterſäure und Phlogiſton beſtehe. Allein Lavoiſier hält ſie für eine ihres Waſſers und ihrer reinen Luft beraubte Salpeterſäure, aus Verſuchen, welche oben angeführt ſind. Macquer ſuchte aber zu zeigen, daß Lavoiſier hiebey die Zerſetzung der Säure bey der Auflöſung willkührlich angenommen habe, und daß weit wahrſcheinlicher im Salpetergas die noch unzerſetzte Säure durch etwas gebunden ſey, was ſie hindere, ſich als Säure zu zeigen, welches nichts anders, als das Phlo-

1) Recherches phyſiques ſur la nature de l'air dephlogiſtique.

Phlogiſton seyn könne. Macquer beruft ſich hiebey auf die von Lavoiſier ſelbſt bemerkten Umſtände, daß die Wiederherſtellung des Queckſilbers mehr reine Luft gab, als die Auflöſung Salpetergas gegeben hätte; daß das Salpetergas ſchon von der Hälfte der erhaltenen reinen Luft geſättigt ward, und daß am Ende der ganzen Operation faſt die Hälfte der vermeintlich zerſetzten Salpeterſäure fehlte.

Kirwan [m]) hat die Verminderung der reſpirablen Luft durch Salpetergas für einen Uebergang in fixe Luft, die vom Waſſer verſchluckt würde, anſehen wollen.

Fontana [n]) beweißt aus Tropfen, die ſich in einer mit Eis umgebenen und mit Salpetergas angefüllten Glocke anſetzten, daß dieſes Gas etwas Waſſer enthalte.

Nach Bergmann [o]) gibt die Salpeterſäure mit Phlogiſton geſättigt, wie beym Verpuffen, eine Subſtanz, die ſich durch plötzliches Verbrennen augenblicklich zerſetzt; mit etwas wenigerm Phlogiſton wird ſie Salpetergas, und mit noch wenigerm ſalpeterſaure Luft.

D. Prieſtley [p]) fuhr indeſſen fort, ſeine vorherigen Verſuche zu vervielfältigen, und gab ſie in zwey

m) Exper. and obſervat. on various ſaline ſubſtances, nach von Crell's Ueberſetzung. S. 105.

n) Richerche fiſiche ſopra l'aria fiſſa &c. Firenze 1774. Phyſikaliſche Unterſuchung über die Natur der Salpeterluft, der vom Brennbaren beraubten Lüft und der fixen Luft; überſ. von Waſſerberg. Wien 1777. 8. S. 11. f.

o) De attract. electio. §. 14. 15.

p) Experim. and obſervat. relating to various branches of natural Philoſophy with a continuation of the obſervations

zwey andern Theilen heraus, welche an neuen Entdeckungen ebenfalls ſehr reichhaltig ſind. Der erſte Theil fängt mit einer Einleitung an, in welcher einige neue Werkzeuge beſchrieben ſind: ein Bret, walzenförmige Gefäße in die Wanne zu ſtellen, unten trichterförmig ausgehöhlt, mit einer $\frac{1}{4}$ Zoll weiten Oeffnung nach oben und drey umgebogenen Blechen, auf welchen es hängt, und durch untergeſchobene Klötze höher oder niedriger zu halten und eine Glasröhre über demſelben zu tragen; ferner ein Geſtelle, einen Trichter unter dem Waſſer höher oder niedriger zu halten, und eine Glasröhre über demſelben zu tragen; weiter ein hölzernes Gehäuſe, in einem Gefäße mit Queckſilber ſtehende Röhren anzulehnen; noch weiter ein walzenförmiges Gefäß von Eiſenblech, nebſt einem von Drath, Kohlen dazwiſchen zu legen, und im Innern einen Theil eines Glaſes zu erwärmen; endlich ein gleichſchenklichter gläſerner Heber, jeder Schenkel mit einem Drathe, deren Knöpfe etwa $\frac{1}{2}$ Zoll von einander bleiben, elektriſche Funken durch einen beliebigen Stoff gehen zu laſſen, welchen man zuvor in den mit Queckſilber gefüllten, und in zwey eben damit gefüllte Näpfe geſtellten Heber hat hinaufſteigen laſſen. Hierauf folgen ſeine Wahrnehmungen in folgenden Abſchnitten:

1. **Beobachtungen über die Salpeterſäure, vornämlich über ihre Farbe.** Seine Verſuche bewieſen, daß die Urſache der letztern entweder in dem Brennbaren, oder der bloßen Hitze zu ſuchen

vations on air. Lond. 1779. 8. Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Theile der Naturlehre; nebſt fortgeſetzten Beobachtungen über die Luft. A. d. Engl. Leipz. 1780. 8, 1782. 8.

ſuchen war, auch mit dieſer ſich wieder verlor, aber durch anhaltende Hitze dunkler ward, und ſelbſt in hermetiſch verſchloſſenen Gefäßen eben ſo, wie vom Brennbaren, verändert ward, und ſo angegriffen zu werden ſchien, daß das in ihr enthaltene Brennbare entwickelt, und durch die Verbindung mit demſelben eine größere Feuchtigkeit und in Anſehung des Lichts eine beſondere brechende Kraft bewirkt wurde. So ward ſtarker bleicher Salpetergeiſt in zugeſchmolzenen Röhren durch Hitze pommeranzenfarbig; grüner eben ſo, in der Kälte aber wieder grün; blaßblauer ward weiß, dunkelblauer in mäßiger Hitze dunkelgrün, beym Erkalten wieder blau, in anhaltender Hitze dauernd gelb; ſehr blaſſer und ſtarker ſtieß rothe Dämpfe aus, welche durch die Hitze in einiger Entfernung gehalten wurden, und ward ſelbſt ungefärbt, wie Waſſer, da er im Gegentheil in gelinder Wärme, wo die Dämpfe nicht ſtiegen, pommeranzenfarbig ward. Die mit den Dämpfen angefüllten Röhren wurden, wie die mit den Dämpfen einer Wismuthauflöſung angefüllten, durch Erhitzung jedes beliebigen Theils an denſelben dunkelpommeranzenfarbig, oder roth; ungefärbte Salpeterſäure ward vom Korke rauchend und gelb, und dann ſchneller durch die Hitze verändert; in einer kurzen Glasröhre in einer Sandkapelle ward ungefärbte einmal in einer Nacht roth, wie rothe Dinte, und blieb auch ſo. Auch durch Abziehen über friſchen Salpeter ward Salpetergeiſt dunkler gefärbt und ſtärker rauchend; mit Kupfer gaben 8 Gran urſprünglich bleicher Salpeterſäure 14 Unzenmaaß durch Hitze ihrer Farbe beraubte, über Salpeter abgezogene und durch Hitze gefärbte 11 Unzenmaaß Salpeterluft; an freyer Luft verlor der Salpetergeiſt ſeine Farbe auch, ohne viele Säure zu verlieren, und

nahm

nahm mehr als doppelt zu. Wenn die Säure in den Röhren nach der Erhitzung beym Erkalten blaſſer ward, ſo ſetzte ſie einen weißen Stoff ab, welcher durch die Hitze in weißen Dämpfen ſich verflüchtigte, den Salzgeiſt gelb färbte, und vielleicht von einer Zerſtörung der Säure herrührte, welche ſich dabey verminderte; auch die ungefärbten Dämpfe der Salpeterſäure phlogiſtiſirten gemeine Luft.

2. Vom ſalpeterſauren Dampfe. Als er Vitriolöl mit ihm ſchwängerte, ſo fand er wider ſein Erwarten etwa nach 6 Monathen dieſe Miſchung ganz zu eisähnlichen Kryſtallen angeſchoſſen, welche ſich im Waſſer mit heftigem Aufbrauſen auflößten, und ſolches grün färbten, wobey dem Volumen nach 100mal ſo viel reine Salpeterluft, als das Eis betrug, entwickelt ward; in der Hitze gab dieß Eis einen rothen Dampf von ſich, und ſchoß beym Erkalten wieder an, jedoch nicht, wenn es einige Zeit geſotten hatte. Anderes nicht völlig mit ſalpeterartigen Dämpfen imprägnirtes Vitriolöl, das beynahe ein ganzes Jahr geſtanden hatte, zeigte keine Kryſtalle, aber nach einmaliger Oeffnung der Flaſche erſchienen am folgenden Tage ſchöne federige Kryſtalle, und die rückſtändige Flüſſigkeit glich dem rauchenden Salpetergeiſte. Die ſtärkſte Schwefelſäure nach der Schwängerung mit ſolchen Dämpfen ſchoß am leichteſten an, welches hier auf einer ſtärkern Verwandtſchaft der Salpeterſäure zum Waſſer zu beruhen ſchien. Nunmehr füllte Prieſtley einige Röhren mit einer geringen Portion Mennige, welche durch die Imprägnation mit Salpeterdämpfen weiß geworden war, brachte ſie ins Feuer, und ließ die rothen Dämpfe ſo lange auſſteigen, bis die oben verſchloſſenen Röhren ganz damit angefüllt waren,

waren, dann ſchmolz er auch die untern Oeffnungen zu. Eine ſolche Röhre in die Hitze gebracht nahm eine dunkelere Farbe an, beym Abkühlen ward ſie aber wieder blaſſer. Phosphorſäure und Grünſpangeiſt ließen ſich leicht mit Salpeterdämpfen ſättigen; erſtere ward dunkel Indigblau, letzterer hellblau; Salzgeiſt ward durch Sättigung mit friſcher Mennige gelb, durch nachfolgende Schwängerung mit Salpeterdämpfen dunkelpommeranzengelb; mit einer vom Salzgeiſte weiß gewordenen Mennige imprägnirter Salzgeiſt ward dadurch hellblau; mit dem rothen Niederſchlage geſättigter Salzgeiſt grün, mit Zinkblumen geſättigter dunkler als himmelblau, aber nicht ſo dunkel als die Phosphorſäure.

3. **Einige Erſcheinungen bey der Auflöſung der Metalle in der Salpeterſäure.** Bey der Auflöſung des Queckſilbers ließ ſich erſt dann Salpeterluft auffangen, wenn die Säure dunkelpommeranzenfarbig geworden war, indem die zuvor erzeugte durch die Säure gleich wieder zerlegt ward, verdünnte that ſolches weniger. Mit Kupfer gab blaſſer Salpetergeiſt langſam wenige, pommeranzenfarbiger, ebenfalls mit Waſſer geſchwächter, ſogleich viele Salpeterluft, ſtarker zur Hälfte mit Waſſer geſchwächter Salpetergeiſt, der völligen Auflöſung ungeachtet, keine.

4. **Von den Veränderungen, welchen die Salpeterluft unterworfen iſt.** Sie ſcheine mit der brennbaren Luft gleich viel Phlogiſton in gleichem Umfange, jedoch verſchieden verbunden, zu enthalten, da es unter verſchiedenen Umſtänden entbunden werde. Anhaltendes Erhitzen in zugeſchmolzenen Glasröhren, Erhitzen über Queckſilber bis zum

Dampfen deſſelben, und durchſtreichende Waſſerdämpfe, benahmen ihr nichts von ihrem Vermögen, atmoſphäriſche Luft zu vermindern. Die Auflöſung des grünen Vitriols ſog ſie durch Schütteln weit geſchwinder ein, als Waſſer fixe Luft, und ſchien von einem zehnfachen Maaße noch nicht geſättigt zu ſeyn, ſah davon ſchwarz, gegen die Flamme eines Lichts roth aus, ſchmeckte ſauer, verlor die Schwärze an freyer Luft, und ſetzte am Boden des Gefäßes große grüne, in einem ſehr hohen ſchwärzere Kryſtalle ab, dergleichen Veränderungen auch einige Tropfen der Säure ſelbſt bewirkten. Natürliches Stahlwaſſer ward von der Salpeterluft bräunlich, künſtliches gelbgrün, daß alſo die Haupterſcheinung auf einer Verwandtſchaft der Salpeterſäure zum Eiſen beruhte. Mit Kupfer oder Eiſen bereitete Salpeterluft wirkte auf dieſelbe Art. Die Auflöſungen des blauen und weißen Vitriols wurden auch von beyden gleich ſchwarz, erſtere ins Dunkelgrüne, letztere ins Braune fallend, und hatten ohngefähr $\frac{1}{4}$ Salpeterluft eingeſogen; auch nach Abſetzung des weißen Niederſchlags ward letztere durch Schwängerung mit Salpeterluft ſchwarz; Salzgeiſt veränderte die Farbe dieſer Auflöſungen nicht; an der Luft verloren auch ſie ihre Schwärze wieder, und mit ſchwarz gewordener Auflöſung des grünen Vitriols eingeſchloſſene Luft ward nach einer Woche ſo phlogiſtiſirt gefunden, daß 1 Maaß mit 1 Maaß Salpeterluft den Raum von 1,92 Maaß einnahm. Die Auflöſung des grünen Vitriols bewirke alſo eine ſtärkere Zerlegung der Salpeterluft wegen der ſtärkern Verwandtſchaft der Salpeterſäure zum Eiſen, als zum Kupfer und zum Zinke; überdieß ſcheine es auch, daß in der Salpeterluft wenig oder wohl gar keine Eiſenerde zu finden ſey, und daß, wenn auch eine ſolche

Erde darin vorhanden ſeyn ſollte, ſie doch mit dem Phlogiſton nicht verbunden oder nicht in metalliſcher Geſtalt zugegen ſey. Denn dieſe Luft werde durch die darin vorhandene Salpeterſäure zerſetzt, laſſe das Phlogiſton, mit dem ſie bereits verbunden war, fahren, und vereinige ſich dagegen mit dem in der Auflöſung vorhandenen Eiſen; da zu gleicher Zeit das Phlogiſton, welches ſich in der Salpeterluft befunden, eine mitwirkende Urſache der Schwärze der Auflöſung werde. Daß die ſchwarze Farbe der Auflöſung des grünen Vitriols nicht von irgend einer ſo eigenen Affinität mit dem Phlogiſton herrühre, daß ſie die Salpeterluft zerſetzt, indem ſie das Phlogiſton aufnimmt, ſchien daraus zu folgen, weil die Dämpfe einer Miſchung aus Eiſenfeilſpähnen und Schwefel die Farbe aller drey Auflöſungen nicht veränderten, ob gleich ihr Brennbares gleich entbunden und von der Luft verſchluckt, dieſe auch phlogiſtiſirt ward. Auch ward die Farbe des grünen Thees von der Salpeterluft nicht geändert.

Prieſtley fand ferner, daß die Salpeterluft nicht, wie er vorher vermuthet hatte, allmählig, ſondern ſehr ſchleunig mit einer verſchiedenen Verminderung in den Zuſtand der phlogiſtiſirten Luft überging. Durch eine Miſchung aus Eiſenfeil und Schwefel bis auf $\frac{1}{3}$ ihres urſprünglichen Volumens vermindert, hatte ſie ihr Vermögen, die gemeine Luft zu verringern, behalten; bis auf $\frac{1}{4}$ vermindert brannte ein Licht noch eben ſo gut in ihr, wie in gemeiner Luft, ward aber durch friſche Salpeterluft nicht vermindert, griff auch gemeine Luft ſo wenig an, daß 1 Maaß von beyden zuſammen 1,85 Maaß ausmachten; überdem hatte ſie auch keine Eigenſchaft der fixen Luft erhalten.

Durch den Salpetergeiſt ward ſie eben ſo vermindert, aber geſchwinder, und, bey einer Abnahme bis auf $\frac{1}{12}$ oder $\frac{1}{18}$, zu phlogiſtiſirter verändert. Durch die Abſorption einer Auflöſung des grünen Vitriols ſo weit vermindert, daß nur $\frac{1}{4}$ übrig blieb, griff ſie gemeine Luft noch eben ſo ſtark an, wie zuvor. In einer Blaſe bis auf $\frac{1}{4}$ vermindert, nahm 1 Maaß von ihr mit 1 Maaße gemeiner Luft den Raum von 1,75 Maaß ein, und ſie löſchte alsdann ein Licht aus, ohne daß eine Flamme zum Vorſchein kam; war aber nur ein wenig mehr verſchluckt worden, ſo war der Ueberreſt bloß phlogiſtiſirte Luft.

Vermiſche man übrigens gemeine Luft mit Salpeterluft, ſo werde ſie zum Theil phlogiſtiſirt, und der Salpetergeiſt verſchlucke nur die überflüſſige Salpeterluft; folglich bleibe ein Reſt, der mit phlogiſtiſirter Luft mehr verdünnt ſey. Ein Maaß einer Miſchung von $1\frac{1}{2}$ gemeiner und 2 Maaß Salpeterluft betrug mit 1 Maaß gemeiner Luft 1,36 Maaß, und, als hievon Salpetergeiſt $\frac{1}{3}$ verſchluckt hatte, 1 Maaß mit eben ſo viel gemeiner Luft 1,8 Maaß.

Eine glühende Holzkohle verſchluckte die Hälfte der Salpeterluft und die nachgebliebene hatte an ihrem Vermögen, gemeine zu vermindern, keinen merklichen Abgang erlitten, welches ſie hingegen bey der Verminderung über Waſſer Stuffenweiſe verlor, ja zuletzt phlogiſtiſirt ward; auch durch Bewley's Luftzünder ward ſie phlogiſtiſirt; imgleichen auch, wenn ſie durch den großen rauhen Weiderich bis auf $\frac{1}{10}$ vermindert war.

5. Von der Anſchwängerung des Waſſers mit den Dämpfen der Salpeterſäure.

Reine

Reine Salpeterſäure ward über deſtillirtem Waſſer der Salpeterluft ausgeſetzt, und, als dieſe abſorbirt war, mehrere zugelaſſen; ſobald die Salpeterluft eine blaue Farbe erhielt, fing das zunächſt gränzende Waſſer zu perlen an und gab beym Uebertreiben und Abdampfen viel erdigen Rückſtand, welcher vom Salzgeiſt aufgelößt ward und ihn dunkelpommeranzengelb färbte.

6. **Bemühungen, thieriſche Körper in Salpeterluft aufzubewahren.** **Prieſtley** verſuchte, ob die ſchon vorher erkannte fäulnißwidrige Kraft der Salpeterluft zum wirthſchaftlichen Behufe genutzt werden könnte; er war aber nicht ſehr glücklich, indem die Salpeterluft Fleiſchſpeiſen zwar gegen Fäulniß bewahrte, ſelbige aber, bey einer langen Aufbewahrung in derſelben, endlich doch einen höchſt widerlichen Geruch und Geſchmack erhielten. Herr **Millmann** hatte wahrgenommen, daß Galle durch Anſchwängern mit fixer Luft viel länger als gewöhnlich gegen die Fäulniß bewahrt ward; durch Anſchwängerung der Ochſengalle mit Salpeterluft aber ward ſie nach einiger Zeit faul.

7. **Vermiſchte Verſuche über Salpeterluft.** Vom Olivenöle ward ſie in einigen Tagen faſt ganz verſchluckt, und dieſes gleichſam wie gefroren geronnen. Er vermuthete, daß wenn Salpeterluft in einem größern Verhältniſſe, als zu völliger Sättigung der gemeinen Luft mit Phlogiſton erforderlich ſey, mit gemeiner Luft gemiſcht wird, die überflüſſige Salpeterluft ſich alsdann eher vom Waſſer verſchlucken laſſe, als reine Salpeterluft. Dieſe Art der Miſchung bewirkte einen beträchtlichen Unterſchied in dem Maaße der Luftmiſchungen, indem ſolche deſto weniger Raum einnahmen, je langſamer die Miſchung vor ſich ging.

8. Von der Farbe der Seeſalzſäure. Dieſe rühre mehrentheils von einer Schwängerung mit einem erdigen Stoffe her, nicht vom Brennbaren.

9. Von der Anſchwängerung der Seeſalzſäure mit verſchiedenen erdigen Subſtanzen. Salzgeiſt lößte vielen Eiſenroſt mit Aufwallen auf, ohne ſonderliche Hitze, gab dabey entzündbare Luft, und ward nachher grün; die geſättigte Auflöſung gab beym Abrauchen bis zur Trockniß ungefärbte Dämpfe, und ließ einen wieder in Salzgeiſt auflößlichen Ocher zurück. Zinkblumen lößte er in Menge mit großer Hitze und Aufwallen auf, gab einen ſchwarzen Bodenſatz und ward weiß wie Waſſer; auch benahmen ſie den durch Eiſenroſt gefärbten ſeine Farbe. Mennige ward weiß und färbte ihn gelb, ward auch zum Theil, wie die weiße, vom friſchen allein, ohne Färbung, aufgelößt. Mit Salzgeiſt oft abgewaſchene Mennige gab aus einer gläſernen Retorte durch Hitze kaum etwas feſte, und nur gerade ſo viel dephlogiſtiſirte Luft, als ſie vor Aufgießung des Salzgeiſtes gegeben haben würde. Rother Präcipitat ward mit vieler Hitze ohne Aufwallen aufgelößt; etwas blieb ſchwarz zurück und die Säure ward klar. Galmei lößte ſich ohne Hitze und Färbung auf; rother Spießglanz, Wolfram und Arſenik ward nicht angegriffen; auch der künſtliche Zinnober nicht ſogleich, jedoch nach einiger Zeit die Säure gelb gefärbt. Weißer Kalk und gebrannte Bitterſalzerde wurden in Menge aufgelößt, und färbten den Salzgeiſt Strohgelb; Glas ward nicht merklich angegriffen, ſchien jedoch von eingeſchloſſenem durch Kochen zum Theil aufgelößt zu werden, und färbte ihn eben ſo; vom Pfeifenthone ward er ſchön gelb; Gyps, Speckſtein, Kieſel, Zeolith,

ſchalen

ſchalenartiger Flußſpath, ruſſiſches Flauenglas, Weinſteinrahm, Sedativſalz, Borax, und der ſchwarze Rückſtand von der Bereitung des Aethers, wurden vom Salzgeiſte nicht angegriffen.

10. **Von der Wirkung einer lange unterhaltenen Hitze auf den Salzgeiſt in hermetiſch verſiegelten Glasröhren.** Er lößte hiebey das Glas ſelbſt auf, griff auch Metallſtoffe, z. B. den Bleykalk, leichter an und ward mit ihnen zu einem feſten Körper; ſeeſalzſaure Luft erzeugte weiße Rinden, hatte $\frac{7}{8}$ verloren, und von dem Reſte ſchluckte Waſſer die Hälfte ein und ließ phlogiſtiſirte Luft zurück.

11. **Von der Wirkung einer lange unterhaltenen Hitze auf verſchiedene Körper, die Salzgeiſt bey ſich führen.** Die Verſuche wurden ebenfalls in verſchloſſenen Glasröhren angeſtellt: die Auflöſung des Eiſenroſts ſetzte eine weiße Rinde ab, und die Auflöſungen des rothen Präcipitats und der Zinkblumen gaben in ſtärkerer Hitze endlich auch Rinden weißer Kryſtalle. Kochſalz in Waſſer aufgelößt gab auch Rinden, welches in der Folge von abgeſetzter Erde erklärt wird.

12. **Verſuche, um verſchiedenen in der Seeſalzſäure gemachten Auflöſungen ihre Farbe zu benehmen.** Der ſchwarze Rückſtand von dem mit Vitriolöl zur Entbindung einer Luft geführten Weinſteinrahm, ſo wie auch der Reſt einer ſolchen nicht gebrannten Miſchung, benahm gelbem Salzgeiſte bey der Auflöſung in demſelben alle Farbe, auch bloß verkohlter Weinſteinrahm, imgleichen Weinſteinſalz, und erſtere bewirkten dabey einen Schwefel-

lebergeruch. Prieſtley verſuchte daher auch Schwefelleber, welche ebenfalls alle Farbe niederſchlug, was er vom Brennbaren herleitet, obgleich Zinkblumen ſie auch benahmen. An freyer, ja von weniger mit eingeſchloſſener Luft erhielt der Salzgeiſt ſeine Farbe wieder, und die Luft ward ſehr verdorben.

13. Von der Vitriolſäure. Nach ſeiner Meynung iſt der in derſelben enthaltene erdige Stoff ihr nicht weſentlich eigen. Eine anhaltende Hitze veränderte ſie nicht merklich, doch ward das Glas etwas angefreſſen.

14. Von der flüchtigen Vitriolſäure und der vitriolſauren Luft. Mit letzterer geſättigtes Waſſer gab mit Alaunerde Alaunkryſtalle für ſich allein in geſchmolzenen Glasröhren im Sandbade, zuletzt ſpießige Schwefelkryſtalle, dergleichen auch mit ihr geſchwängerter Weingeiſt, ja die vitriolſaure Luft allein, zeigten; mit derſelben geſchwängertes Terpentinöl ward braun und mit einer weißen Rinde bedeckt; Thran ward ſchwarz und ſetzte eine ſchwarze Rinde ab. Nach Prieſtley's Meynung war alſo die ſaure Luft durch die Hitze zu feſten Kryſtallen zuſammengedrängt worden.

15. Von der Phosphorſäure. Die durchs Zerfließen des Phosphors enthaltene Säure gab für ſich durch Hitze keine Luft, auch nicht durch Kochen mit Queckſilber und Weingeiſt, phlogiſtiſirte auch hiebey die mit eingeſchloſſene gemeine Luft nicht; das Eiſen lößte ſie aber auf, beſonders mit einiger Erhitzung, und bewirkte brennbare Luft, ſo wie auch durch Auflöſung der Mennige; in zugeſchmolzenen Röhren erhitzt griff ſie das Glas an und bildete mit demſelben feſte Anſätze.

16.

16. **Beobachtungen über das ſchwarze Pulver, welches aus unreinem Queckſilber durch anhaltende Bewegung hervorgebracht wird.** 12 Pfund Queckſilber hatten bey dieſem Verfahren ohngefähr 1 Unze deſſelben abgeſetzt, welches durch die Hitze viel fixe Luft gab, und die übrige ward von der Salpeterluft nicht ſo ſehr, als gemeine, angegriffen; ein Theil ward hiebey zu laufendem Queckſilber, der übrige aber gelb. Reines Queckſilber lieferte durch Schütteln mit Sand u. dergl. kein ſchwarzes Pulver; aber ſolches, in welchem Bley aufgelößt war, ward ſehr bald damit bedeckt, und dabey die eingeſchloſſene Luft phlogiſtiſirt, ſo daß ſie ein Licht verlöſchte; in entzündbarer, phlogiſtiſirter und Salpeterluft ward kein ſchwarzes Pulver erzeugt und ſelbige nicht geändert, dephlogiſtiſirte aber beförderte die Erzeugung ſehr ſchnell und ward ſo lange vermindert, bis weniger als $\frac{1}{4}$ zurückblieb. Durch anhaltendes Schütteln ließ ſich das Queckſilber ſo ganz vom Bleye reinigen; mit dem Zinne ging es langſamer. Auch durch Schütteln im Waſſer erfolgte die Abſonderung, jedoch langſamer als in der Luft; ſolches Waſſer verdarb gemeine Luft, in welcher es lange umgeſchwenkt ward und etliche Tage ſtand, nicht merklich.

17. **Vom Herumſchütteln des Queckſilbers im Waſſer.** Das reinſte Queckſilber ward dadurch ſchneller zu einem ſchwarzen Pulver, als in der bloßen Luft, das Waſſer erhielt hiervon einen beſondern Geruch und Geſchmack; beym Abdampfen deſſelben blieb ein wenig Materie zurück; gemeine Luft mit ſolchem Waſſer geſchüttelt erlitt merkliche Veränderung. Mit Weingeiſt ließ ſich daſſelbe bewirken, wie mit dem Waſſer, nicht aber mit Terpentinöl. Dieß ſchwarze

Pulver ward beym Trocknen von ſelbſt wieder zu laufendem Queckſilber, und eingeſchloſſene Luft ward hierdurch phlogiſtiſirt, daß mithin das ſchwarze Pulver überphlogiſtiſirtes Queckſilber geweſen ſey; aus laufendem ging es auf heißen Platten zu einem weißen Kalke über und ward endlich rothbraun, daß es alſo als dephlogiſtiſirt anzuſehen ſey.

18. Von der Wirkung einer lange unterhaltenen Bewegung aufs Queckſilber. Prieſtley brachte ſolche durch Verbindung eines Kaſtens mit einer Mühle zu Stande. Auf ſolche Art gab das Queckſilber für ſich und mit Waſſer ein ſchwärzliches und bräunliches Pulver, und die Luft ließ noch ein Licht brennen, nicht aber, wenn das Queckſilber mit Bley verſetzt geweſen war. Der bräunliche Stoff verhielt ſich wie der durchs bloße Feuer aus dem Queckſilber erhaltene ſogenannte Niederſchlag.

19. Vom Weſen der dephlogiſtiſirten Luft, nebſt einer Unterſuchung der über dieſe Luftgattung gemachten Beobachtungen. Dieſe Luft hat Prieſtley bereits vor dem November 1771. beſeſſen; nach ſeiner Meynung iſt die Säure, welche außer einer Erde in die Miſchung derſelben eingeht, nicht nothwendig die Salpeterſäure, ſondern in einigen Fällen auch die Schwefelſäure, oder es werde wenigſtens eine in die andere, oder in einen dritten beyden gleich verwandten Stoff verwandelt, in welchem Zuſtande die Säuren im Dunſtkreiſe vorhanden ſind. Die Entdeckung, daß die Schwefelſäure zur Hervorbringung der dephlogiſtiſirten Luft beyträgt, gehöre eigentlich dem Hrn. Landriani, welcher ſie ſowohl aus dem mineraliſchen Turbith, als aus dem ätzenden Queckſilberſublimat entbunden habe.

20. Von der Entbindung der dephlogiſtiſirten Luft aus verſchiedenen mineraliſchen Körpern. Eine Unze Braunſtein gab durch Glühen 40 Unzenmaaße Luft, deren erſter Antheil beynahe ganz fixe Luft war, der letztere aber aus $\frac{1}{5}$ derſelben und $\frac{4}{5}$ der reinſten dephlogiſtiſirten beſtand; phlogiſtiſirt war auch die zuerſt übergehende gemeine Luft nicht im mindeſten; der Braunſtein hatte $1\frac{1}{2}$ Pennygewicht von ſeinem Gewichte verloren; ſeine Farbe ſah nicht verändert aus; auch ging bey dieſem Verſuche viel Waſſer über. Mit Salpetergeiſt angefeuchtet gab 1 Unze Braunſtein 30 Unzenmaaß Luft, welche nur im Anfange zum Theil aus fixer beſtand; die übrige war anfänglich ſtark ſalpeterartig, zuletzt aber wurden $\frac{2}{3}$ vom Ganzen in reine dephlogiſtiſirte Luft verwandelt. In dem Gefäße, worin dieſer Prozeß angeſtellt war, war von einem vorhergehenden Prozeſſe etwas ſchwarze Materie zurückgeblieben; dieſe mochte nach ſeiner Meynung zu der Erzeugung der Salpeterluſt und folglich zur Verminderung und zum Verderben der dephlogiſtiſirten Luft mit beygetragen haben. Eine Miſchung aus $\frac{1}{2}$ Unze Salpeter und 1 Unze Braunſtein gab 108 Unzenmaaß Luft, davon ungefähr ſo viel wie vorher fixe, das übrige aber dephlogiſtiſirte Luft war. Eine Unze Galmei lieferte durch Glühen 306 Unzenmaaß Luft, welche, bis auf 4 Unzen, lauter fixe Luft war. Nachdem aber die fixe Luft mit Waſſer völlig herausgezogen wurde, ſchien der Reſt faſt eben ſo gut wie gemeine Luft zu ſeyn. Wahrſcheinlich würde der Reſt reine dephlogiſtiſirte Luft geweſen ſeyn, wenn er von der fixen Luft mit Waſſer völlig herausgetrieben worden wäre. Mit Salpetergeiſt angefeuchtet gab eine andere Unze Galmei 244 Unzenmaaße Luft, welche, bis auf 12 Unzen-

maaße,

maaße, die vom Waſſer nicht verſchluckt wurden und daher dephlogiſtiſirte Luft zu ſeyn ſchienen, fixe Luft war. Aus dieſem Verſuche erhelle alſo, daß der Salpetergeiſt nicht nur, wie gewöhnlich geſchehe, zur Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luft, ſondern auch zur Hervorbringung einer großen Menge fixer Luſt das ſeinige beytrage. Hierdurch erhalte zugleich die Hypotheſe, daß die fixe Luft eine Modifikation der Salpeterſäure ſey, Beſtätigung, obgleich die Folge ausweiſe, daß nicht dieſe Säure allein, ſondern auch die Schwefelſäure zur Erzeugung beyder beytrage. Vom Wolfram gab 1 Unze, wie Galmei behandelt, nur 1 Unzenmaaß Luft, von welcher nur ein geringer Theil fixe, und das Uebrige ohngefähr ſo gut wie die gemeine Luft war. Der Wolfram ſchien hiebey nicht verändert zu ſeyn. Nun kam Prieſtley auf den Gedanken, daß die Austreibung der dephlogiſtiſirten Luft aus den gedachten und andern mineraliſchen Körpern zur Unterhaltung des unterirdiſchen Feuers dienen könnte, und erhielt hierin Landriani's Beiſtimmung, nach deſſen Briefe übrigens in der Solfatara viel Eiſenvitriol, in dem ausgebrannten Vulkane zu Verona nach Herrn Abt Fortis Berichte außer demſelben viel Braunſtein gefunden wird, und Hr. Volta auch aus gebranntem Römiſchen Alaun dephlogiſtiſirte Luft entbunden hat.

21. Von Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luft aus der Vitriolſäure und dem Eiſen. Hr. Keir nehme in ſeinen Anmerkungen zur Ueberſetzung des chemiſchen Wörterbuchs von Macquer an, daß das Vitriolöl zur Hervorbringung der dephlogiſtiſirten Luft aus der Mennige wirklich beytrage. Er ſcheine aber die Menge dieſer Luftart nicht gehörig beach-

beachtet zu haben, welche durch bloße Hitze aus der Mennige entbunden werde. Er habe aus 48 Pennygewicht 36 Cubikzoll gewonnen, Prieſtley aber könne aus 2 Unzen, oder 40 Pennygewicht Mennige, durch bloße Hitze 24 Unzenmaaß Luft erzeugen, welche beynahe 48 Cubikzoll betragen, und habe mit einer Beymiſchung von halb ſo viel Vitriolöl faſt die nämliche Menge erhalten. Miſchte er aber Vitriolöl und ſolche Mennige, aus der zuvor durchs Calciniren alle Luft herausgejagt war, unter einander, ſo kam bloß eine geringe Menge fixer Luft zum Vorſchein. Die in 20. Abſchnitte angeführten Verſuche leiteten Prieſtley'n im November 1777. zur nähern Prüfung des grünen Vitriols. Eine Unze deſſelben gab im Sandbade erhitzt, nach Austreibung der gemeinen Luft und des mit übergehenden Waſſers, anfänglich eine fixe, nachher eine Menge vitriolſaure, ſodann mehrentheils fixe, und zuletzt, dem Anſcheine nach, reine dephlogiſtiſirte Luft, von welcher Prieſtley 10 Unzenmaaß auffing; der Rückſtand wog 6 Pennygewicht, und war ein purpurfarbener Ocher; dieſer gab mit Salzgeiſt 2 Unzenmaaß Luft, welche größtentheils aus fixer und übrigens aus dephlogiſtiſirter Luft beſtand; nur zuletzt fing Prieſtley einige phlogiſtiſirte Luft auf, und glaubt, es möge wohl etwas Brennbares mit dem Ocher ſo innig vereinigt geweſen ſeyn, daß zur Austreibung deſſelben eine ſtarke Hitze erforderlich wäre, daher hier zuletzt durch daſſelbe die zugleich mit entbundene Luft verdorben worden ſey. Da er befürchtete, daß der kaufbare grüne Vitriol von beygemiſchtem Salpetergeiſte nicht ganz frey geweſen ſeyn möchte, ſo verfertigte er ſich ſelbſt einen aus Eiſenfeil und verdünntem Vitriolöle, welcher ebenfalls, außer den übrigen Arten, ſehr reine dephlogiſtiſirte Luft lieferte; ja eine

Auf-

Auflöſung von 6 Pennygewicht recht reines Eiſen in einem von Hrn. Wirch ſo bereiteten Vitriolöle, daß gewiß kein Salpetergeiſt beygemiſcht war, gab durch Abziehen aus einer Retorte bis zur Trockenheit und fernere Erhitzung ebenfalls anfänglich ein wenig dephlogiſtiſirte gemeine, dann ein wenig fixe, dann ſehr viel vitriolſaure und zuletzt 18 Unzenmaaße dephlogiſtiſirte Luft. Da 23 Gran Eiſen unaufgelößt zurückgeblieben waren, ſo war die Luft aus 5 Pennygewicht und 1 Gran Eiſen entbunden, der Ocher wog 7 Pennygewicht und 13 Gran, und Prieſtley vermuthete daher, daß noch Vitriolöl bey demſelben zurückgeblieben ſey, und durch ſtärkere Hitze wohl noch mehr Luft erhalten ſeyn würde; dieſer Ocher gab mit Vitriolöl gemiſcht durch Glühen viel vitriolſaure, kaum fixe, wohl aber 24 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte Luft, und nachher aus einem Flintenlaufe beynahe wiederum eben ſo viel Luft. Endlich erhielt Prieſtley aus $\frac{1}{2}$ Unze Eiſenroſt mit Vitriolöl aus einem Flintenlaufe 2 bis 3 Nößel Luft, davon $\frac{1}{3}$ phlogiſtiſirte, das Uebrige fixe Luft war, und nachher mit abermals zugeſetztem Vitriolöle nur wenig fixe, dagegen aber 16 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte Luft. Die Vitriolſäure ſey alſo, zumal in Verbindung mit dem Eiſen, eben ſo geſchickt zur Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luft, als die Salpeterſäure mit dem Bleye, oder andern Stoffen; Eiſenerde laſſe ſich leicht in Luft verwandeln, vorausgeſetzt, daß Erde mit zur Miſchung der Luft gehöre, und ſollte der ganze Inbegriff der Luft des Dunſtkreiſes wirklich aus dieſer Erdgattung beſtehen, ſo laſſe ſich nach einem Winke des Hrn. Michell hieraus vielleicht der Magnetismus unſerer Erdkugel mit erklären.

22. Von Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luft aus andern Metallen vermittelſt der Vitriolſäure. Blauer Vitriol gab zum erſtenmale gar keine, ein anderes mal $\frac{1}{2}$ Unze, aus einem Glaſe wenig fixe und ohngefähr 1 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte, hernach aus einem Flintenlaufe 25 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte, aber kaum noch ein wenig fixe Luft; $\frac{1}{2}$ Unze Kupfer in Vitriolöl aufgelößt gab durch Abziehen aus einer gläſernen Retorte, außer der vitriolſauren, fixe und 1 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte, nachher aus einem Flintenlaufe 1 Unzenmaaß fixe und 10 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte Luft; und da nur die Hälfte des Kupfers aufgelößt worden war, ſo ſchließt Prieſtley, daß bey völliger Auflöſung deſſelben und Vollendung des Verfahrens wohl 30 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte Luft entbunden ſeyn möchten. Eine Unze gebrannter weißer Vitriol gab aus einem Flintenlaufe beträchtlich viel Vitriolſäure, einige fixe und 5 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte Luft, ein anderes mal 1 Unze nicht gebrannter, außer der vielen vitriolſauren, nur ohngefähr 2 Unzenmaaß, theils fixe, theils dephlogiſtiſirte Luft; $\frac{1}{2}$ Unze Zinkblumen gab mit Vitriolöl aus einem Flintenlaufe 3 Unzenmaaß Luft, von welcher etwas Weniges fixe und das Uebrige faſt ſo gut, als gemeine Luft, war; ein gläſernes Gefäß würde mehr und reinere Luft verſchafft haben. Mit dem Silber wollte es nicht gelingen, allein Queckſilber gab viel; 1 Unze, nach vorgängigem Auflöſen im Vitriolöle, Abziehen und Glühen in einer andern Retorte, weil die erſte geſprungen war, einmal viel Vitriolſäure, ziemlich viel fixe und ohngefähr 50 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte, ein anderes mal, als die Auflöſung in 2 Unzen Vitriolöl uud das fernere Verfahren in einer gläſernen Retorte angeſtellt und wie zuvor

bis

bis zum Schmelzen derſelben getrieben war, außer der vitriolſauren und vermuthlich einiger fixen, 20 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte Luft. Eine Unze Zinnaſche gab, mit Vitriolöl angefeuchtet, aus einem Flintenlaufe wenig fixe und 2 bis 3 Unzenmaaße phlogiſtiſirte Luft, wahrſcheinlich wegen der Anſteckung durch das Brennbare des Flintenlaufs; aus einem gläſernen Gefäße hat ſie Prieſtley nicht verſucht.

23. Von der Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luft aus erdigen Stoffen vermittelſt der Vitriolſäure. Gebrannter Alaun gab durch Glühen in einem Glaſe wenig fixe und dephlogiſtiſirte Luft, ein anderes mal, da der Dampf des Feuers hinzukommen konnte, mehrentheils phlogiſtiſirte, endlich 1 Unze aus einem Flintenlaufe 6 Unzenmaaß Luft, die vollkommen ſo gut, oder vielmehr beſſer, als gemeine Luft und von aller Beymiſchung fixer Luft frey war, und nach geſchehenem Anfeuchten mit Vitriolöl von neuem 2 bis 3 Unzenmaaß mehrentheils fixe, zuletzt noch einige ohngefähr ſo gut als gemeine Luft; nachher ſog er die Luft ein, und mochte ohngefähr 1 Unze verſchluckt haben. Eine halbe Unze ungelöſchter Kalk mit Vitriolöl begoſſen, bis er 1 Unze 4 Pennygewicht wog, und gepulvert, gab aus einem Flintenlaufe etwa 10 Unzenmaaße größtentheils fixe, zuletzt bey der ſtärkern Hitze einige ſo gute oder beſſere, als gemeine Luft. Eine Unze lange geglühete Bitterſalzerde gab mit Vitriolöl getränkt 12 Unzenmaaß Luft, welche bis auf 1 Unzenmaaß, die faſt ſo gut als gemeine Luft zu ſeyn ſchien, fixe Luft war.

24. Bemühungen, aus verſchiedenen Körpern durch den Salzgeiſt Luft zu entwickeln. Landriani hatte Prieſtley'n gemeldet, daß

daß er ſowohl aus dem mineraliſchen Turbithe, als auch aus dem ätzenden Queckſilberſublimate dephlogiſtiſirte Luft entbunden hätte. Prieſtley'n wollte ſolches aber nicht gelingen; der Sublimat ſtieg auf, gab keine Luft, veränderte auch die zuerſt übergehende gemeine nicht im geringſten. Eine Unze Kochſalz gab aus einer gläſernen Retorte 2 Unzenmaaß Luft, zuerſt fixe, hernach phlogiſtiſirte, bey wiederholten Verſuchen keine, daher jene vielleicht von einem beygemiſchten fremdartigen Stoffe entbunden ſeyn möge. Eiſenauflöſung im Salzgeiſte zur Trockniß abgezogen blieb in der Hitze flüſſig und gab bloß ſehr wenig fixe Luft; ſo gab auch eine Auflöſung des Eiſens in deſtillirtem mit ſalzſaurem Gas geſchwängerten Waſſer nur ganz wenig fixe Luft und übrigens phlogiſtiſirte. Endlich gab ½ Unze ungelöſchter Kalk mit Salzgeiſt geſättigt aus einer gläſernen Retorte keine Luft, ſondern bloß der zuletzt übergehende Antheil der gemeinen Luft war phlogiſtiſirt; darauf, in einem Flintenlaufe ins Feuer gebracht und angeblaſen, gab er ohngefähr 25 Unzenmaaß, theils fixe, theils entzündbare Luft, welche letztere mit einer blauen Flamme brannte. Dieſe letztere Luftart rührte nach Prieſtley von dem Eiſen, und die blaue Flamme von der Beymiſchung der aus dem Kalke entwickelten fixen Luft her. Prieſtley ſchließt hieraus, daß ſich aus der Salzſäure nicht, wie aus der Vitriolſäure und Salpeterſäure, durch Verbindung mit andern Stoffen, wenigſtens in der von ihm angewandten Stuffe der Hitze, dephlogiſtiſirte Luft entbinden laſſe.

25. **Vermiſchte Verſuche über die dephlogiſtiſirte Luft: 1. Von der großen Verminderung derſelben durch die Salpeter-**

luft. Eine Queckſilberauflöſung im Salpetergeiſte, welche verſchiedene Monathe in einer Phiole mit einem eingeriebenen Stöpſel geſtanden hatte, gab durch Deſtilliren aus einer Retorte Salpeterluft und nachher dephlogiſtiſirte; 2 Maaß von erſterer und 1 Maaß von letzterer betrugen nach geſchehener Vermiſchung und geendigtem Brauſen nur $\frac{1}{300}$ Maaß; ein wiederholter Verſuch lehrte, daß 2 Maaß Salpeterluft überflüſſig hinreichend waren, 1 Maaß dephlogiſtiſirter Luft zu ſättigen, und alſo jene Verminderung bey größerer Vorſicht vielleicht noch weiter gegangen wäre. Prieſtley glaubt, wenn es möglich wäre, beyde in der vollkommenſten Reinigkeit zu erzeugen und in einem gewiſſen richtigen Verhältniſſe mit einander zu miſchen, ſo möge man vielleicht ihre Luftgeſtalt gänzlich vernichten, und ſie, wie bey der Miſchung der laugenſalzigen und ſauren Luft geſchehe, gänzlich verſchwinden machen können, doch daß dabey kein weißer ſalziger Stoff zum Vorſchein komme, weil das Ganze vom Waſſer aufgelößt werde. Ein anderer Verſuch lehrte, daß die dephlogiſtiſirte Luft, welche die Queckſilberauflöſung im Salpeterſauren durchs Abziehen gab, durch die mitgehenden rothen Dämpfe nicht verändert ward. 2. Von der Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luft vermittelſt des rohen Salpeters. Durch Vermiſchung mit mancherley Erdarten ließ ſich aus dem rohen Salpeter verſchiedene mal mehrere Luft, als aus der Salpeterſäure, entbinden, allein er erforderte mehr Hitze. Salpeter und Sand gab einen unbeträchtlichen Antheil, auch war der Sand nach Magellan's Erfahrung nicht nothwendig, doch fand Prieſtley, daß der Salpeter mit verſchiedenen Stoffen, in gleichen Graden der Hitze, mehr Luft, als unvermiſchter, und

allemal mehr, als der Salpetergeiſt gab. So lieferte $\frac{1}{2}$ Unze Salpeter mit eben ſo vielem Weinſteinſalze 17 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte, und noch ohngefähr $\frac{1}{4}$ fixe Luft, ein anderesmal 1 Unze Salpeter unverſetzt nur 13 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte und wenige fixe; 1 Unze Zinkblumen gab mit $\frac{1}{4}$ Unze Salpeter 22 Unzenmaaß, mit $\frac{1}{4}$ Unze ſtarken Salpetergeiſt aber nur 11 Unzenmaaß dephlogiſtiſirte Luft. 3. Vom Roſten der Metalle in der freyen Luft. Gewöhnlich, ſagt Prieſtley, ſchreibe man ſolches den ſauren Dünſten in der Luft zu, doch möge auch ganz reine Luft eine ſolche Verwandtſchaft zum Phlogiſton äußern können, daß ſie es den Metallen entziehe; mit eiſernen Nägeln über Queckſilber eingeſchloſſene dephlogiſtiſirte Luft hatte in 9 Monathen um $\frac{1}{10}$ am Umfange abgenommen, welches nach Prieſtley's Vermuthung durchs Phlogiſton des Eiſens bewirkt iſt. 4. Vom Verpuffen des Salpeters. Aus der Lehre von der dephlogiſtiſirten Luft ſey dieſe Erſcheinung leicht zu erklären, indem ſolche von der Salpeterſäure in einer großen Stuffe der Hitze, bey der Berührung erdiger Stoffe, erzeugt werde, und ein heftigeres Brennen aller entzündbaren Körper verurſache, wobey die Säure nicht verloren gehe, ſondern entweder in die Miſchung der dephlogiſtiſirten Luft übergehe, oder ein Beſtandtheil irgend einer andern durch dergleichen Verfahren entbundenen Luftart werde. Macquer's ſalpeterartigem Schwefel komme die Salpeterluft am nächſten. Bewley's Selbſtzünder ward, über Queckſilber eingeſchloſſen, durch dephlogiſtiſirte Luft ſchnell, wie Schießpulver, entzündet und die Luft dabey vermindert.

26. Von der in der atmoſphäriſchen Luft vorhandenen Erde, als dem eigentlichen

lichen Urſprunge und der Grundmiſchung dieſer Luftart. Da Prieſtley aus Erde und Salpetergeiſt allemal, nie aber aus letzterm allein, dephlogiſtiſirte Luft hatte entbinden können, ſo ſchloß er, daß dieſe, mithin auch die Luft des Dunſtkreiſes, welche nichts anders, als eine verdorbene dephlogiſtiſirte Luft ſey, aus Erde und Salpetergeiſt beſtehe; fand aber nachher, daß die Säure nicht die Salpeterſäure, als ſolche, ſondern ein ſaurer Grundſtoff derſelben und der Vitriolſäure, oder eine ſolche Säure ſey, von welcher jene nur verſchiedene Abänderungen ſeyen. Fontana und Lavoiſier hätten die Gegenwart der Erde in der dephlogiſtiſirten Luft geläugnet, weil ſie, ihrer Verſicherung nach, alles im Salzgeiſte aufgelößte Queckſilber nach vorgängiger Entbindung vieler vitriolſaurer und dephlogiſtiſirter Luft aus der Auflöſung wieder hergeſtellt hätten. Prieſtley wiederholte daher ſeine Verſuche, und führt zwey davon an, wo im Salpetergeiſte aufgelößtes Queckſilber, nach der Abdampfung durch Hitze wiederhergeſtellt, einmal von 17 Pennygewicht und 13 Gran wenigſtens 1 Pennygewicht und 6 Gran, und das andere mal von 18 Pennygewicht und 19 Gran 1 Pennygewicht und 1 Gran verloren hatte, welche alſo in die Miſchung der Luft übergegangen ſeyen. Prieſtley bemerkte hiebey, daß aus der Queckſilberauflöſung zweymal mehr Salpeterluft nach Vollendung der Auflöſung des Queckſilbers, als während derſelben, entbunden ward, und die dephlogiſtiſirte Luft ohngefähr dreymal ſo viel, als die Salpeterluft, betrug. Prieſtley verſuchte auch die Erde durch Zerlegung dephlogiſtiſirter und Salpeterluft in Waſſer darzuſtellen; allein dieß wollte ihm nicht gelingen.

27. **Verſchiedene Beobachtungen über die Verminderung der gemeinen Luft.** 1. **Von der Reinigkeit der Luft unter verſchiedenen Umſtänden.** Beygemiſchter Salpetergeiſt zeigte zwiſchen der freyen Luft verſchiedener Oerter keinen beträchtlichen Unterſchied, ja ſehr ungeſunde Luft ſchien nach weiter Verſendung und langer Aufbewahrung ſich der Beſchaffenheit der geſunden Luft wieder zu nähern; ſo zeigte die Salpeterprobe nur einen ſehr geringen Unterſchied zwiſchen der ſchlechteſten Luft verſchiedener Fabriken und guter, und bey der nämlichen ſchlechten einen geringern bey ſpäter wiederholter Unterſuchung. Auch überzeugte ſich **Prieſtley**, daß eine Luft übel riechen, und der Lunge wahrſcheinlich ſchädlich ſeyn könne, weil ein brennbarer Stoff in derſelben gegenwärtig wäre, ohne daß das Brennbare mit der Luft eine ſo innige Verbindung beſäße, daß man es durch Beymiſchung der Salpeterluft entdecken könnte. 2. **Von der Beſchaffenheit der Luft in Badſtuben.** Die Beklemmung, die man in denſelben ſpüre, ſcheine von etwas anderm, als der bloßen Hitze, herzurühren. Indeſſen nahm 1 Maaß ſolcher Luft mit 1 Maaß Salpeterluft den Raum von 1,29 Maaß ein, und die zu gleicher Zeit aufgefangene äußere Luft gab 1,27 Maaß, alſo einen ſehr unbedeutenden Unterſchied. 3. **Von der Wirkung der Ausdünſtung des Körpers auf die Luft.** Dieſe ſchien dadurch gar nicht verdorben, ſondern eher noch beſſer, als gemeine, zu ſeyn. Von der bey ſtarker Erhitzung unter den Armen geſammelten Luft nahm 1 Maaß mit 1 Maaß Salpeterluft einen Raum von 1,267 Maaß ein, von der beſten an demſelben Tage geprüften Luft des Dunſtkreiſes 1,28 Maaß. 4. **Von der Beſchaffenheit der Luft in Speiſezimmern.**

mern. 1 Maaß der Luft eines geräumigen Zimmers, in welchem nicht mehr, als 8 oder 10 Perſonen geſpeißt hatten, betrug mit 1 Maaß Salpetergeiſt gemiſcht 1,31 Maaß; Luft aus einem wohlgelüfteten Zimmer deſſelben Hauſes 1,25; durch Athmen bis zum Auslöſchen eines Lichts gebrachte 1,43; die erſtere bedurfte alſo nur noch etwas mehr, als zweymal ſo viel Brennbares, um ein Licht auszulöſchen, woraus die Schädlichkeit des Athmens ſo angeſteckter Luft bey langen Mahlzeiten erhelle, welcher man durch die Decke einen Abzug verſchaffen ſollte. 5. Von der Wirkung des Waſſerdampfs auf die Luft. Prieſtley ſuchte vergebens phlogiſtiſirte Luft durch denſelben zu verbeſſern; gemeine ward dadurch verdorben; doch ſcheine eine Bemerkung des Hrn. Arden einige Hoffnung zu geben, daß etwas Anſteckendes dadurch entzogen, oder wenigſtens die Luft der Zimmer durch eingelaſſene Dämpfe leicht erneuert werden könne. 6. Von der Wirkung des elektriſchen Funkens auf die atmoſphäriſche Luft; die Luft ward dadurch um $\frac{1}{4}$ vermindert, und mit Lakmus gefärbtes Waſſer alsdann, wenn dieſe Verminderung erfolgt war, nicht mehr roth; ſonſt färbte ſich dieſes Waſſer nach einem Tage und ein Paar Nächten roth, wenn es in gemeine Luft, die mit Queckſilber geſperrt und durch welche Elektricität gegangen war, gelaſſen wurde. 7. Von der Wirkung des Kupfers und Eiſenkalks auf die Luft. Die Auflöſung des Kupfers im Salmiakgeiſte hatte, nachdem ſie blau geworden war, die eingeſchloſſene Luft ſo verdorben, daß 1 Maaß mit 1 Maaß Salpeterluft 1,33 Maaß betrug, da hingegen die Luft des Dunſtkreiſes wenig mehr als 1,1 Maaß; ein anderes mal ward Luft, in welcher eine ſolche Auflöſung ſich befand,

beynahe

beynahe vollkommen phlogiſtiſirt, obgleich erſt die obere Hälfte derſelben blau geworden war. Der durch Potaſche aus dem Eiſenvitriole gewonnene Niederſchlag ward, wie er noch blau ausſah, mit einem Glaſe über Waſſer bedeckt; als er nach 2 oder 3 Tagen oben roth geworden war, hatte er die mit eingeſchloſſene Luft merklich phlogiſtiſirt; in einer Retorte durch Erhitzen zur Röthe gebracht hatte er die Luft ſo verändert, daß 1 Maaß mit eben ſo vieler Salpeterluft 1,3 Maaß betrug; die Luft der Atmoſphäre gab 1,24, in einer Phiole mit der Miſchung länger eingeſchloſſen 1,55, in einer Röhre mit dem grünen Präcipitat 3 Wochen bis zum Rothwerden deſſelben geſtanden 1,45 Maaß. Fixe Luft war in letzterer nicht anzutreffen; auch erfolgte die Veränderung der Farbe unter Waſſer; Salzgeiſt erhielt ſeine durch Schwefelleber entzogene gelbe Farbe in wenigen Tagen wieder, und die mit eingeſchloſſene Luft gab 1,9; nach ſeiner Meynung habe die Schwefelleber das Brennbare hiezu geliefert. 8. Von der durch Ausflüſſe friſch abgezogenen Waſſers angeſteckten Luft. Aus einem kupfernen Gefäße abgezogenes Waſſer hatte die Luft in einer halb damit angefüllten Phiole in einem Monathe ſo phlogiſtiſirt, daß 1 Maaß mit 1 Maaß Salpeterluft 1,32 Maaß betrug, dahingegen gemeine nur 1,22 Maaß füllte; aus einem Glaſe abgezogenes phlogiſtiſirte die Luft ſo, daß ſie bey gleicher Probe 1,26 Maaß betrug.

28. Beobachtungen über die Verbeſſerung der Luft durch das Wachsthum der Pflanzen. Prieſtley hatte bereits im erſten Bande Verſuche angeführt, deren Reſultate zweifelhaft waren; bey weiterer Fortſetzung derſelben fielen die meiſten

ſten ungünſtig aus; einige glückliche werden hier angeführt, und Prieſtley glaubt, daß in der Oekonomie des Gewächsreichs etwas vorhanden ſey, oder das Wachſen derſelben begleite, was zur Verbeſſerung der Luft abzwecke, es möge nun ſolches durch Einſaugung des Brennbaren, oder Verbindung deſſelben mit den Ausdünſtungen derſelben geſchehen, welches letztere ihm wahrſcheinlicher iſt. Uebrigens ſey dieſe Wirkung durchs Wachſen von der durch die Ausdünſtung wohl zu unterſcheiden; die wohlriechendſten Pflanzen ſtecken die Luft am ſtärkſten an; von einer gefüllten Roſe wurden 4 Unzenmaaße gemeine Luft ſo angeſteckt, daß 1 Maaß mit 1 Maaß Salpeterluft am folgenden Tage 1,75, am dritten Tage 1,9 und am vierten noch etwas mehr betrug, ohne daß die Roſe etwas von ihrem angenehmen Geruche verloren hatte.

29. Von der Beſchaffenheit der in den Blaſen des Meergraſes verſchloſſenen Luft. Die Luft aus ſelbigen war reiner, als gemeine Luft; der Unterſchied betrug 0,3 Maaß Luft aus den Stengeln der gemeinen Schwerdtlilie, und nahm mit gleichem Maaße Salpeterluft den Raum von 1,5 Maaß ein. Luft aus dem Innern einer Pflanze, welche wie Schierling ausſah, war noch ſchlechter, indem ſie mit gleichem Maaße Salpeterluft einen Raum von 1,75 Maaß einnahm.

30. Von der Eigenſchaft des großen rauhen Weiderichs (epilobium hirſutum *Lin.*), die Luft zu verſchlucken. Prieſtley ſtellte den Cylinder, welcher die L[illegible] enthielt, mit der Mündung in das Waſſer, worin die Pflanze wuchs, bog dieſelbe alsdann unters Waſſer, und brachte ſolchergeſtalt die obern Theile in den Cylinder hinein; aus einem 10

Zoll

Zoll hohen und 1 Zoll weiten waren in 14 Tagen von gemeiner Luft $\frac{7}{8}$ verſchluckt, und die Pflanze ſah ganz gelb und abgeſtorben aus; aus größern waren $\frac{3}{4}$ verzehrt und die Pflanze ſah noch grün aus; von entzündbarer Luft ward $\frac{1}{3}$ verſchluckt, und die übrige ſchien noch ſo entzündbar zu ſeyn, wie zuvor, die Pflanze ſah grün aus; Salpeterluſt hatte $\frac{1}{3}$ verloren und die Pflanze war gelb und abgeſtorben. Mit der Zeit hatte die Verminderung ſo zugenommen, daß von der gemeinen nur $\frac{1}{10}$, von der entzündbaren nur $\frac{1}{7}$ übrig blieb. Ein Theil ward durch die Pflanze abgeleitet, ein Theil ward eingeſogen, der Reſt der gemeinen Luft war phlogiſtiſirt.

31. Vom Wachsthum der Pflanzen in dephlogiſtiſirter Luft, mit dem in andern Luftarten verglichen. Seine Vermuthung, daß die Pflanzen in erſterer nicht ſo gut fortkämen, fand er durch die hier angeführten Verſuche beſtätigt; ſie wuchſen beſſer in phlogiſtiſirter als in gemeiner, und in der dephlogiſtiſirten ſchlechter als in beyden.

32. Vom Wachsthum ſolcher Pflanzen, die mit ihren Blättern in fixer Luft und mit ihren Wurzeln in Waſſer, das mit fixer Luft angeſchwängert iſt, ſtehen. In einer Miſchung von $\frac{1}{3}$ fixer und $\frac{2}{3}$ gemeiner Luft, zu welcher nur einmal fixe zugelaſſen ward, weil die erſtere vom Waſſer eingeſogen war, war ein Münzenſtengel in einer Woche ſchwarz geworden und abgeſtorben; in einer Miſchung von gleichen Theilen brennbarer und gemeiner Luft ſtarb er gleich ab, doch lehrten nachherige Verſuche, daß die Pflanzen einen größern Theil brennbarer, als fixer Luft vertragen könnten. Das bloße Fortleben in fixer Luſt verſtatte jedoch keinen

Schluß auf eine Beförderung ihres Wachsthums. Mit fixer Luft geſchwängertes Waſſer war den darin wachſenden Pflanzen nicht nur ſchädlich, ſondern zerſtörte ſie endlich gar; Münzenpflanzen trieben in derſelben keine weiße Faſern aus den Wurzeln, wie in ungeſchwängerten, verloren die Blätter, und ſtarben ab, wenn ſie in dem ungeſchwängerten gut fortwuchſen; die mit eingeſchloſſene Luft enthielt $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ fixe Luft.

33. Von gewiſſen Fällen, wo die dephlogiſtiſirte Luft ſelbſt aus dem Waſſer ſich entbindet. Prieſtley bemerkte dieß zuerſt an den Luftblaſen, welche an dem Boden und den Wänden der Gefäße bey der Aufbewahrung des Brunnenwaſſers erſcheinen. Beſonders ſchien ein ſich erzeugender grüner Stoff damit genau zuſammenzuhängen, welcher in Waſſer, das mit fixer Luft geſchwängert war, leichter zu entſtehen ſchien, als in anderm; dieſe Luft war ſo rein, daß ſie mit 1 Maaß Salpeterluft nur $\frac{1}{5}$, und mit 2 Maaß nur 0,44 Maaß betrug. Nachher fand Prieſtley, daß die Erzeugung dieſes grünen Stoffs nicht die Urſache der Entbindung ſolcher Luft war, ſondern nur derſelben vorherging, die Wirkung des Lichts aber nothwendig erfordert ward, ohne welches das Waſſer keine andere Art Luft gab, als es gleich anfänglich würde gegeben haben. Er ſchließt daraus, daß die von allem der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausgeſetzten Waſſer unaufhörlich aufſteigende Luft zur Verbeſſerung der Beſchaffenheit der Atmoſphäre überhaupt beytragen müſſe; kein Wärmegrad vermöge die Stelle des Sonnenlichts zu erſetzen, und ob ſie gleich die Luft auszutreiben diene, wenn das Waſſer durch die Sonnenhitze vorher dazu geſchickt gemacht worden, ſo ſey doch alsdann

die Luft nicht reiner, als die von ſelbſt ohne Beyhülfe der Wärme entbundene, vermuthlich weil die Wärme zugleich phlogiſtiſirte Luft mit austreibe, welche noch genauer mit dem Waſſer verbunden ſey, und mit der Zeit durch die Wirkung des Lichts auch würde gereinigt worden ſeyn. Auch werde von ſelbſt viel mehr Luft als durch die Hitze entbunden, ja alles, was die Luft anſtecke, verringere auch ihre Menge, indem zur Erzeugung einer kleinen Menge phlogiſtiſirter Luft eine beträchtliche Quantität dephlogiſtiſirte erfordert werde. Fixe Luft werde durch das Licht verjagt, und die rückſtändige werde reine dephlogiſtiſirte, deren man ſehr viel gewinne, wenn man mit jener geſchwängertes Waſſer ans Licht ſtelle. Prieſtley ließ ferner gekochtes Waſſer gemeine, phlogiſtiſirte und dephlogiſtiſirte Luft einſaugen, und 14 Tage, doch nicht ſehr, im Lichte ſtehen. Was von der erſten übrig blieb, war ſehr phlogiſtiſirte, und was wieder aus dem Waſſer getrieben ward, reiner als die atmoſphäriſche Luft; die dephlogiſtiſirte kam auch etwas verbeſſert wieder hervor, die phlogiſtiſirte aber deſto unmerklicher. Friſch von der Quelle geſchöpftes Briſtoler Waſſer gab durch Kochen verdorbenere Luft, als gemeine, doch keine fixe Luft, ſo wie auch 8 Tage zugepfropft im Schatten geſtandenes Waſſer; aber zugepfropft an ein Fenſter gegen Mittag eben ſo lange geſtelltes Waſſer gab ſo reine Luft, daß 1 Maaß mit eben ſo viel Salpeterluft nur 1 Maaß betrug. Dieſe Wirkung des Lichts beſtätigte Prieſtley's vormalige Vermuthung vom Einfluſſe des Seewaſſers auf die Reinigung der Atmoſphäre, auch habe Dobſon aus demſelben beſſere, als gemeine Luft erhalten.

34. 1. Von Erzeugung der entzündbaren Luft aus dem Eiſen und einer Auflöſung von Galläpfeln. Hrn. Delaval's Belehrung, daß Eiſen in eine Galläpfelauflöſung geworfen eine Tinte gebe, ohne die Säure im Vitriol nöthig zu haben, bewog Prieſtley'n, zerſtoßene Galläpfel, Eiſenfeil und Waſſer unter einander zu miſchen; nach ein Paar Tagen war die ganze Maſſe ſehr aufgeſchwollen und voll Luftblaſen, welche entzündbare Luft enthielten. Drey Unzen Galläpfel hatten mit einer Menge Eiſenfeil und Waſſer binnen 8 Tagen 6 Unzenmaaß Luft entwickelt, welche ſehr ſtark entzündbar war, und der durch Säuren aus dem Eiſen gewonnenen vollkommen glich. 2. Entzündbare Luft aus Terpentinöl: In einer halb angefüllten Phiole war die obenſtehende Luft ſtark entzündbar und durch Kochen ward noch eben ſo viel ausgetrieben, als das Oel dem Maaße nach betrug; ſie war ſo ſtark entzündbar, als diejenige, welche man aus den Metallen erhält, und brannte mit einer blauen Flamme; in einer andern Phiole war die obenſtehende Luft nur gemeine, durchs Kochen aber gab das Oel doppelt ſo viele ſtark entzündbare Luft, als es dem Maaße nach betrug; durch Schütteln wollte ſolches nachher nur einen unbeträchtlichen Theil Luft einſaugen, welche, als ſie wieder herausgetrieben ward, gemeine, ganz ſchwach phlogiſtiſirte Luft war. 3. Ob in der entzündbaren Luft irgend eine Säure iſt? Prieſtley hatte im erſten Bande auf das Daſeyn derſelben geſchloſſen, ſie aber nachher für unnöthig gefunden, da ſie ſich durch bloße Hitze entbinden ließ, und ſich mit laugenſalziger nicht verband, ſondern nach Einſaugung derſelben vom Waſſer noch ihre vorige Beſchaffenheit hatte. Herr Higgins hatte dieſer Beobachtung widerſpro-

chen,

chen, und aus der großen Trübigkeit bey der Miſchung der entzündbaren und laugenartigen Luft die Gegenwart einer Säure in erſterer beweiſen wollen. Prieſtley gibt zwar die Folge zu, vermuthet aber, daß Higgins zur Verfertigung der entzündbaren Luft eine ſehr ſtarke Säure genommen habe, dadurch zugleich ein Theil ſaurer Luft mit erzeugt, und dieſe nicht vor Beymiſchung der laugenſalzigen durch Waſſer geſchieden habe, da ſie denn natürlich mit derſelben die Trübigkeit habe verurſachen können; wenigſtens fehlte ſie bey Prieſtley's wiederholtem Verſuche, bey welchem die angeführte Vorſicht beobachtet war, und daher ſey in der entzündbaren Luft nicht nothwendig eine Säure anzunehmen, wenigſtens keine ſolche, die ſich durch Beymiſchung der laugenartigen Luft zerſetzt. 4. Der elektriſche Funke greife die entzündbare Luft nicht an: Prieſtley ſperrte in einer $\frac{1}{10}$ Zoll weiten Glasröhre eine $\frac{1}{2}$ Zoll hohe Säule der entzündbaren Luft mit Waſſer, das mit Lakmus gefärbt war, konnte aber durch ein halbſtündiges Schlagen elektriſcher Funken weder die geringſte Verminderung des Umfangs der Luft, noch eine Veränderung der Farbe des Waſſers bewirken; es laſſe ſich alſo wenigſtens die aus dem Eiſen durch Vitriolöl entbundene Luft durch dieſes Verfahren nicht zerlegen. 5. Die entzündbare Luft werde durch die Hitze in Röhren vom Flintglaſe zerlegt. In einem hohen Cylinder, wo ſie ſich frey ausdehnen konnte, blieb ſie in der Hitze unverändert, aber ſchon beym Zuſchmelzen der Röhren ward die Stelle, und nachher beym Vergraben im Sande, nach anhaltender ſtarker Hitze, die ganze Röhre kohlſchwarz; aufrechtſtehende wurden es ſo weit, als ſie im Sande geſtanden hatten; die Luft war dann bis auf $\frac{1}{2}$ ihres Umfanges vermindert und

bloße

bloße phlogiſtiſirte Luft geworden, indem ſie das Kalkwaſſer nicht trübte, von der Salpeterluft nicht angegriffen ward, und keine entzündliche Eigenſchaft beſaß; eine ſtärkere Hitze bewirkte eine Indigoblaue Farbe, und die Luft ward noch mehr vermindert; auch eine aus Zink entbundene Luft ſetzte ſolche Schwärze ab, welche auch eine ſchnelle Erhitzung bewirkte; ſie hing nur der Oberfläche des Glaſes feſt an, ohne einzudringen; mit Mennige gefüllt und geglüht verlor die Röhre ihre Schwärze und ward wieder durchſichtig, die Mennige, aus welcher vorher alle Luft durch Hitze ausgetrieben und welche gelb geworden war, ward hiebey weißer, und ſchien durch ihre große Dichtigkeit ſich dem metalliſchen Zuſtande zu nähern. Bewley brachte Prieſtley'n auf die Vermuthung, daß das Brennbare von dem im Glaſe befindlichen Bleye angezogen worden wäre, und in der That erhielt grünes Glas bey derſelben Behandlung auch in dem heftigſten Schmelzfeuer keine andere Farbe, und die Luft blieb ſtark entzündbar; daher müſſe der Bleykalk unter der Geſtalt des Glaſes bey einem ſolchen Grade der Hitze, durch welchen das Glas in Fluß gebracht werden könne, eine ſtärkere Verwandtſchaft zum Phlogiſton haben, als irgend ein Beſtandtheil der entzündbaren Luft, oder, wenn das Phlogiſton ihr einziger eigentlicher Beſtandtheil ſey, ſolches aus dem elaſtiſchen Zuſtande in einen feſten bringen können. Uebrigens blieb mit Lakmus blau gefärbtes Waſſer in der Röhre, worin die entzündbare Luft zerlegt worden war, blau, und verrieth alſo keine entbundene Säure. 6. Verminderung der entzündbaren Luft durch Holzkohlen. Eine glühende Kohle verſchluckte in einer Phiole über Queckſilber $\frac{1}{3}$ derſelben; die übrige war, wie die durch Eintauchen der Kohle in Waſſer

wieder

wieder aus derſelben getriebene, entzündbar, erſtere von der urſprünglichen nicht verſchieden, letztere dem Anſcheine nach ein wenig ſchwächer. 7. Ob in der entzündbaren oder in der Salpeterluft mehr Brennbares vorhanden ſey? Prieſtley zündete nach Warltire's Art in einer 8 Unzenhaltigen Phiole entbundene entzündbare Luft an, und ließ ſie in einer in Waſſer ſtehenden 21 Unzenmaaß Luft haltenden Glocke abbrennen; binnen den 6 Minuten, da ſolche brannte, waren 7 Unzen erzeugt und wieder zerlegt worden; die Luft, in welcher ſie gebrannt hatte, war ſo phlogiſtiſirt, daß 1 Maaß mit eben ſo viel Salpeterluft 1,65 Maaß betrug, da gemeine Luft, welche erſt mit $\frac{1}{3}$ Maaß, und dann noch mit einem gleichen Maaße der nämlichen Salpeterluft gemiſcht war, 1,68 Maaß betrug, daß alſo die 21 Unzen von eben ſo viel entzündbarer Luft, nämlich 7 Unzen, ohngefähr eben ſo ſtark phlogiſtiſirt worden waren, als von einem gleichen Verhältniſſe Salpeterluft, gleiche Maaße entzündbarer und Salpeterluft alſo ohngefähr eine gleiche Menge Brennbares enthielten. Prieſtley verſuchte nachher auch Volta's genauere Art, die entzündbare Luft durch den elektriſchen Funken zu entzünden, da 1 Maaß entzündbare und 2 Maaß gemeine Luft in einer Röhre über Waſſer angezündet vollkommen phlogiſtiſirte Luft gaben, welches durch eine Miſchung gemeiner und Salpeterluft in eben dem Verhältniſſe ebenfalls erfolgt ſeyn würde; 3 Maaß gemeine mit 1 Maaß entzündbarer, dem elektriſchen Schlage ausgeſetzt, wurden ſo weit phlogiſtiſirt, daß 1 Maaß mit 1 Maaß Salpeterluft 1,8 Maaß einnahm, und in den nämlichen Zuſtand wurden 3 Unzenmaaß der nämlichen atmoſphäriſchen Luft durch 1 Maaß derſelben Salpeterluft verſetzt; 1 Maaß gemeine und 1

Maaß

Maaß entzündbare Luft waren nach dem Durchgange des elektriſchen Schlags auch eben ſo phlogiſtiſirt, als durch Beymiſchung eben ſo vieler Salpeterluft, auch gleich ſtark vermindert, nämlich von 7,4 auf 5,2 Maaß.

35. Von der fixen Luft. 1. Von Erzeugung derſelben aus der Vitriolſäure. Der ſchwarze Rückſtand von der Bereitung des Aethers gab in ſtarker Hitze fixe und entzündbare Luft, ſo wie auch der durch Erhitzung der Vitriolſäure mit Aether erhaltene ſchwarze Stoff. Die vorher aus der Miſchung ſelbſt erhaltene Luft beſtand, außer der vitriolſauren, auch aus fixer und weniger phlogiſtiſirter. Prieſtley folgerte hieraus, daß die fixe Luft ein künſtlicher Körper ſey, und ſich die Vitriolſäure ſowohl als die Salpeterſäure in dieſelbe verwandeln laſſe. 2. Von der fixen Luft, welche aus der Atmoſphäre eingeſogen wird. Lange an der freyen Luft geſtandene Queckſilberauflöſung in Salpeterſäure gab durch Deſtilliren viel fixe Luft und etwas dephlogiſtiſirte, friſch deſtillirte Auflöſung hingegen keine fixe Luft; ½ Unze Holzaſche lieferte 80 Unzenmaaße halb fixe, halb entzündbare Luft, nach 7 Tagen aus einem Flintenlaufe 20 Unzenmaaß größtentheils fixe, und die übrige entzündbare Luft; ein anderer Antheil, aus dem ſchon oft Luft durch Erhitzen in einem Flintenlaufe ausgetrieben war, gab nach 24 Tagen 21 Unzenmaaß, anfänglich halb, nachher ⅓ fixe Luft, und übrigens entzündbare, welche letztere vermuthlich vom Eiſen herrührte; ſie wog dann 18 Pennygewicht, nach 4 Monathen und 3 Wochen 19 Pennygewicht 12 Gran, und gab abermals 31 Unzenmaaß Luft, von welcher 25 Unzenmaaß reine fixe, und die übrige entzündbare

Luft

Luft waren; die Aſche wog nunmehr 18 Pennygewicht 6 Gran; ſie war in beyden Fällen nicht durchgängig von der Hitze angegriffen worden. Steinkohlenaſche und Bitterſalzerde lieferten ebenfalls, wenn ſie nach Austreibung der in ihnen enthaltenen Luft der Atmoſphäre ausgeſetzt wurden, nachher wiederum aus dem Flintenlaufe fixe und entzündbare Luft. Beinaſche wollte auf ſolche Art keine fixe Luft aus der Atmoſphäre anziehen; übrigens erhielt Prieſtley auch dießmal aus einer Art Steinkohlen von 1 Unze 100 Unzenmaaß Luft, von welcher $\frac{2}{3}$ fixe und $\frac{1}{3}$ entzündbare waren, und vermuthet, weil die gemeine Steinkohle keine fixe Luft gebe, daß in dieſer etwas Gewächsartiges vorhanden ſey. 3. Bemühungen, fixe Luft aus verſchiedenen Körpern zu entbinden. Eine Unze gepulvertes rohes Spießglanz gab bis zum Glühen erhitzt nicht mehr Luft, als ſein Umfang betrug; die letzte war größtentheils fixe Luft, die übrige löſchte ein Licht aus; das Spießglanz war hiebey gefloſſen. Pfeifenthon gab mit Vitriol- und Salpeterſäure nicht mehr Luft, als für ſich allein, da er ehedem in großer Hitze wenig fixe Luft gegeben hatte; Flußſpath gab aus einem Flintenlaufe wenig fixe, dann einige phlogiſtiſirte, und zuletzt entzündbare Luft, welche vom Eiſen des Flintenlaufs herrührte. Borax lieferte in einer grünen gläſernen Retorte bis zum Schmelzen derſelben erhitzt nichts mehr, als die in ihr befindliche gemeine Luft. 4. Fixe Luft der Hitze ausgeſetzt, in zugeſchmolzenen Röhren von grünem Glas. Als ſolche nachher unter Waſſer geöffnet wurden, füllte ſich die Hälfte ſogleich an, das übrige aber war die reinſte fixe Luft; am Glaſe war kein Niederſchlag bemerkbar. 5. Luft aus Steinkohlen und dem Queckſilberpräcipitate durchs bloße Feuer.

Lavoiſier habe irrig die aus 1 Unze des leztern und 48 Gran des erſtern erhaltene Luft für fixe gehalten, und daraus geſchloſſen, daß ſich gemeine Luft durch zugeſezztes Brennbares in fixe verwandeln lieſſe; ſie ſey gemiſcht, er habe vom gedachten Niederſchlage mit halb ſo vielen gut ausgebrannten Steinkohlen, aus einer grünen gläſernen Retorte, zuerſt einen Antheil aus $\frac{3}{4}$ fixer und $\frac{1}{4}$ entzündbarer beſtehender Luft, dann beynahe eben ſo gute, wie die atmoſphäriſche, endlich phlogiſtiſirte erhalten, und eine Vermiſchung derſelben würde die von Lavoiſier beſchriebenen Eigenſchaften gezeigt haben. Unrecht habe auch Lavoiſier für Prieſtley's Meynung ausgegeben, daß fixe Luft aus gemeiner und Brennbarem zuſammengeſezt ſey.

36. Verſuche mit dem Weinſteinrahm. Vitriolöl färbte er durch Kochen ſchwarz, und gab anfänglich halb fixe, halb entzündbare, zulezt $\frac{2}{3}$ entzündbare Luft; auch der Theriakähnliche Reſt gab im Sandbade wiederum eben ſo viel Luft. Für ſich allein gab 1 Unze aus einem gläſernen Gefäße im Sandbade 170 Unzenmaaße Luft; die erſten Antheile beſtanden größtentheils aus fixer und das übrige aus entzündbarer, welche mit einer blauen Flamme brannte, zulezt waren $\frac{2}{3}$ fixe und $\frac{1}{3}$ entzündbare Luft; die übergehende Luft ſah mehrentheils trübe aus, und zulezt kam unerträglich riechendes brenzliches Oel; ein anderesmal gab 1 Unze Weinſteinrahm 170 Unzenmaaß Luft, von welcher 38 Unzenmaaß entzündbare und die übrige fixe Luft waren; die erſte brannte anfänglich mit einer weißen und nachher mit einer hellblauen Flamme, welche leztere Prieſtley von beygemiſchter fixer Luft herleitet. Durch Glühen verlor der Weinſteinrahm die

die Hälfte am Gewichte, und gab doch noch durch Brauſen mit Salpetergeiſt viele, mehrentheils fixe und wenig phlogiſtiſirte Luft.

37. Vermiſchte Beobachtungen über Körper, welche einer anhaltenden Hitze ausgeſetzt geweſen ſind. Prieſtley hatte hieben vornehmlich die Abſicht, die Verwandlung des Waſſers in Erde zu beſtimmen, richtete aber hierin nichts aus. Waſſer in zugeſchmolzenen Glasröhren erhitzt ward milchig und ſetzte weiße Rinden, welche aber vom Zerfreſſen des Glaſes herrührten. Mit einem Ende ins Glühefeuer gelegte zugeſchweißte Flintenläufe wurden von demſelben ſehr angefreſſen. Mit eingeſchloſſene gemeine Luft ward durch das Kochen des Waſſers in Glasröhren nicht verändert. Aus dem Kalkwaſſer fiel durch anhaltende Hitze aller Kalk nieder; auch das Eiſen aus Waſſer, das mit fixer Luft geſchwängert war. Mit dem färbenden Stoffe des Berlinerblaues geſchwängertes Kalkwaſſer ließ viel Weißes fallen; eine Queckſilber- und Kupferauflöſung im Salpetergeiſte gaben, erſtere einen dichten gelben, letztere einen dichten blauen Niederſchlag, welche in der Kälte wieder aufgelößt wurden; eine geſättigte Salpeterauflöſung ſetzte endlich eine weiße Rinde ab, ſo auch mit Salpeterdampf geſchwängertes ätzendes Laugenſalz, welches die Röhre ſprengte. Aus dem Königswaſſer, das durch Schwängerung der Kochſalzſäure mit ſalpeterſauren Dämpfen entſtanden war, fiel das Gold zum Theil zu ſchönen rothen Kryſtallen nieder.

Andere Körper verſuchte Prieſtley auf dieſelbe Art in anhaltender Hitze: Weingeiſt bewirkte endlich eine dünne bläulichtweiße Rinde, ſo auch Aether von

Anfreſſung des Glaſes; Olivenöl ward einmal nicht verändert, ein anderesmal ſchwarz, dick und brenzlicht; Terpentinöl ward gelb; deſtillirter Eſſig blieb eine kurze Zeit unverändert; gemeiner Weineſſig ward endlich ſchwarz, ſchmeckte nicht mehr ſo ſcharf, und hatte die mit eingeſchloſſene Luft verdorben, daß 1 Maaß mit eben ſo viel Salpeterluft 1,4 betrug; auch deſtillirter ſetzte mit der Zeit einen ſchwarzen Stoff ab; mit flußſpathſaurer Luft geſchwängertes Waſſer ward beym Anfange des Siedens dunkelblau, in ſtarker Hitze wieder klar, und ließ, auch nach dem Erkalten, nichts fallen, welches Prieſtley von aufgelößter Flußſpathrinde herleitet; ätzendes flüchtiges Laugenſalz ward trübe, ließ nachher weißliche Theile fallen, und ſchien die Luftmenge vermehrt zu haben; durch Schwängerung des Waſſers mit laugenſalziger Luft bereitetes Laugenſalz bewirkte zuletzt eine dicke weiße Rinde; atmoſphäriſche Luft 8 Tage lang im warmen Sande ſtehen gelaſſen blieb völlig ungeändert; eine blaue Kupferauflöſung im Salmiakgeiſte ward ſogleich grün und nachher gelb.

38. Verſuche mit der Elektricität. Das Weſentlichſte von dieſen ſoll in der Folge angezeigt werden.

39. Vermiſchte Verſuche. 1. Von der Farbe der Mennige. Bey Erhitzung derſelben fand Prieſtley ſehr viel Aehnlichkeit zwiſchen ihr und dem Blute, ſowohl in Anſehung der Farbe, als auch ihrer Veränderung; in einem Löffel über Feuer ward ſie unten dunkelroth, oder ſchwarz, wie ſchwarzes oder phlogiſtiſirtes Blut, und ſobald ſie die freye Luft wieder berührte, ſo erhielt ſie auch die helle Röthe eines friſchen oder dephlogiſtiſirten Bluts wieder; nach dem

dem Erkalten war ſie unverändert geblieben, und lieferte nachher in der Glühehitze weit weniger fixe, wohl aber eben ſo viel dephlogiſtiſirte Luft, als ſie vorher gegeben haben möchte; auch in einer Glasröhre ward ihre Farbe eben ſo verändert, zuletzt durch Hitze ganz ſchwarz und beym Erkalten wieder roth, ohne Zutritt äußerer Luft. Aus ſchwarzer gelb gewordene Mennige enthalte wenig oder gar keine Luft; ihre friſche Farbe ſey alſo ein Zeichen, daß reine Luft in ihr enthalten ſey; die Entziehung der Röthe durch den Salzgeiſt beraubte ſie des Vermögens, dephlogiſtiſirte Luft zu erzeugen, nicht. 2. Von einer Miſchung der vitriolſauren und flußſpathſauren Luft. Sie blieben gleichförmig gemiſcht und zugelaſſenes Waſſer bewirkte, vom Boden des Gefäßes bis oben, die Rinde auf gleiche Art. 3. Von der Eigenſchaft der flußſpathſauren Luft, das Glas zu zerfreſſen. Prieſtley entdeckte dieß, als er dieſe Luft in verſchloſſenen Glasröhren einer lange anhaltenden Hitze ausſetzte, kalt griff ſie das Glas nicht an. 4. Von der atmoſphäriſchen Luft, die vom heißen Queckſilber angegriffen wird. Sie ward dadurch etwas phlogiſtiſirt. 5. Von der Miſchung der Vitriol- und Salpeterſäure. Nach Prieſtley's Meynung ſcheinen dieſe beyden Säuren mit einander verbunden anders auf das Phlogiſton zu wirken, als jede für ſich einzeln thun würde; gemeiniglich werden ſie vom Waſſer eingeſogen, ohne einander zu verdrängen; Salpeterſäure zu concentrirter Vitriolſäure langſam gegoſſen miſche ſich erſt nach und nach ohne Bewegung, aber beym Schütteln entſtehe eine Erhitzung und viele Blaſen, mit der Zeit falle ein weißer Stoff zu Boden, wenn beyde Säuren auch noch ſo rein geweſen ſind; die gelbe Farbe der

Salpeterſäure werde durch die Vitriolſäure gefällt, ſo auch die dunkelgrüne Farbe von aufgelößtem Kupfer durch ſelbige benommen, und das Kupfer weiß niedergeſchlagen; durch Schwängerung der Salzſäure mit ſalpeterſauren Dämpfen bereitetes Königswaſſer ward vom Vitriolſauren heller, ſtieß durch Kochen in einer zugeſchmolzenen Glasröhre einen rothen Dampf aus, ſog ihn aber beym Erkalten wieder ein, und verlor ſeine angenommene blaſſe Pommeranzenfarbe. 6. Von der Auflöſung des Kupfers in ſtarker Salpeterſäure. Hiebey werde gar keine Luft entbunden, auch nicht bey der Uebertreibung derſelben. 7. Von der Luft aus Mennige, die in Salzgeiſt aufgelößt iſt. Beym Uebertreiben bis zur Trockniß gab die Auflöſung, wie ſie heiß zu werden anfing, eine dephlogiſtiſirte und ſehr wenig fixe, ſeitdem ſie aber kochte, gar keine Luft mehr. Eine geſättigte Auflöſung durch aufgegoſſene Säure weiß gewordener Mennige gab gar keine Luft, phlogiſtiſirte die in der Retorte befindliche Luft auch nicht. 8. Verſuche mit der Kälte. Kalkwaſſer blieb flüſſig, da Brunnenwaſſer zu Eis gefror, mit flußſpathſaurer Luft geſchwängertes war unvollkommen gefroren, und mit vitriolſaurer Luft geſchwängertes Kalkwaſſer blieb flüſſig, da mit der letztern Luft geſchwängertes Waſſer und Kalkwaſſer gefroren; ein anderesmal waren jene beyde auch völlig gefroren. 9. Von einem ſalzigen Körper, der aus Alaunerde und fixer Luft entſtanden iſt. Herr Achard hatte entdeckt, daß ſich aus verſchiedenen erdartigen Körpern und fixer Luft Kryſtalle erzeugen laſſen. Dieß gab Prieſtley'n Veranlaſſung, Achard's Prozeß einfacher einzurichten. Er füllte eine Unzenphiole mit Waſſer, das mit fixer Luft angeſchwängert, und mit

Alaun-

Alaunerde geſättigt war, an, und ließ es etliche Monathe ſtehen. Binnen dieſer Zeit war ein großer Theil Waſſer verdunſtet, und im Bodenſatze fand er einen Kryſtall aus 2 mit den Grundflächen zuſammenhängenden ſechsſeitigen Pyramiden, welcher 5 bis 6 Gran wog und faſt wie Alaun ſchmeckte. 10. Anmerkungen über den Artikel Gas in der neuen Auflage von Macquer's chemiſchem Wörterbuche. Die Luft der Atmoſphäre werde nicht, wie Macquer und Lavoiſier glaube, durchs Phlogiſton zu fixer Luft, wohl aber laſſe ſich die fixe Luft in phlogiſtiſirte, und dieſe wiederum in reine verwandeln, wozu aber mehr als ein Verfahren erfordert werde, beſonders bey der Verbindung mit Waſſer, da von jeder Menge fixer Luft ein Theil zu phlogiſtiſirter werde, und dieſe durch verſchiedenes Verfahren in reine Luft verwandelt werden könne. Die fixe Luft könne alſo ein Mittelding zwiſchen der reinen und phlogiſtiſirten, nicht aber letztere ein Mittelding zwiſchen der reinen und fixen Luft heißen. Auch erzeugten Metallkalke mit zugeſetzten brennbaren Körpern keine fixe Luft. Pflanzenſaure Luft gebe es vielleicht nicht, und er habe ſie nur für abgeänderte vitriolſaure Luft gehalten; er habe nicht, wie Macquer angebe und das Gegentheil gefunden zu haben berichte, behauptet, daß die fixe Luft die Entzündbarkeit der brennbaren nicht vermindere, ſondern nur, daß Waſſer aus einer Miſchung beyder die fixe Luft einſauge, und die entzündbare, mit allen ihren urſprünglichen Eigenſchaften, zurücklaſſe. Prieſtley bemerkt ferner, daß die entzündbare Luft ſelbſt eine glühende Kohle auslöſcht, und mit einem Lichte nicht anders angeſteckt werden kann, als durch den Beytritt gemeiner Luft, und indem ſie aus der Oeffnung einer Phiole herausfahre.

40. **Verſuche und Beobachtungen, welche erſt nach dem Abdrucke der vorhergehenden Abſchnitte gemacht ſind.** 1. **Von dem mit Salpeterdampfe geſchwängerten Vitriolöle.** Durch eine ſolche Anſchwängerung könne man die ſchönen federartigen Kryſtalle nach Belieben erhalten, wenn die Vitriolſäure höchſt ſtark, und ſalpeterſaure Dämpfe im Ueberfluß vorhanden ſind; ſie erſcheinen jedoch nur an den Wänden der Phiole, nicht in der Säure ſelbſt; wenn jene Säure beynahe geſättigt iſt, ſo wende man die Phiole auf allen Seiten herum, damit ſie allenthalben feucht werde. Hierauf laſſe man ſogleich Salpeterdampf in ſolchem Ueberfluß hinein, daß die Phiole davon recht roth werde und überlaufe; nach und nach werden ſich alsdann auch die Kryſtalle auf der Oberfläche der Säure erzeugen, aber auch alle wieder verſchwinden, ſobald der Salpeterdampf das Vitriolöl durchzogen haben wird. Durch wiederholtes Verfahren ſchieße endlich die Hälfte der Säure unregelmäßig als gefroren, doch mit der Zeit in einer kleinern Phiole auch wieder federartig an; das Flüſſige ſey dann reiner Salpetergeiſt. War in dem Vitriolöle Wachs aufgelößt geweſen, ſo wurden die Kryſtalle doch weiß; vermuthlich werde die Salpeterſäure ſehr phlogiſtiſirt, und dieſes ſcheine eine ſtärkere Verwandtſchaft derſelben zum Brennbaren zu beweiſen. 2. **Von der Farbe der Salpeterſäure.** Mit ſehr gelinder Hitze erhielt ſie Prieſtley faſt ungefärbt und doch ſehr ſtark; phlogiſtiſirte pommeranzengelbe ward mit der Zeit in Phiolen mit eingeſchliffenen Stöpſeln grün, der darüber ſtehende Dampf aber blieb pommeranzenfarbig. Einmal ward die Säure ſogar dunkelblau. In einer geräumigen Phiole werde die grüne Säure wieder pommeranzenfarbig, ſo auch wenn

wenn ſie zu ſtarker Vitriolſäure gegoſſen werde. 3. Von der von Holzkohlen eingeſogenen Salpeterluft. Glühende Holzkohlen verminderten ſie über Queckſilber bis auf $\frac{1}{3}$ des Ganzen, und ſo blieb ſie unverändert 2 Monathe; nachher griff die nicht verſchluckte Luft die gemeine nicht an, auch nicht die durch Eintauchen in Waſſer aus der Kohle getriebene; die Salpeterluft ſcheine alſo hierdurch ihrer Eigenſchaft beraubt und bloß phlogiſtiſirter geworden zu ſeyn. 4. Von einer dem Anſcheine nach in entzündbare Luft verwandelten Salpeterſäure. Prieſtley hatte ſchon einen ähnlichen Fall im erſten Bande angeführt; nachher wiederfuhr ihm ein merkwürdigerer. Mit Eiſenfeil und Schwefel eingeſchloſſene Salpeterluft ward erſt vermindert, blieb dann 2 Monathe unverändert, und nahm hernach wieder zu, etwa von der größten Verminderung an gerechnet um $\frac{1}{6}$ und war wirkliche entzündbare Luft, doch nicht ſo ſtark, als friſch aus Vitriolöl und Eiſen entbundene; bey einem wiederholten Verfahren hatte ſie um $\frac{2}{3}$ zugenommen, und ward auch entzündbar; durch die Dämpfe einer Schwefelleber hingegen ward ſie bloß vermindert und phlogiſtiſirt; gemeine Luft nahm über Eiſenfeil und Schwefel auch nach der größern Verminderung wieder um $\frac{1}{3}$ zu, war aber bloß phlogiſtiſirt. Prieſtley zweifelt, ob im erſten Falle die Salpeterluft zur entzündbaren geworden ſey, oder nur einen Zuſatz derſelben erhalten habe, nachdem ſie vorher zerlegt und phlogiſtiſirt worden ſey. 5. Von den verſchiedenen Wirkungen der Schwefelleber und Zinkblumen auf den farbigen Salzgeiſt. Beyde entzogen ihm die gelbe Farbe; im erſten Falle aber erhielt er ſie an freyer Luft wieder. 6. Von der Wirkung der ſeeſalzſauren Luft auf die

Zinkblumen u. ſ. w. Dieſe ſowohl als auch die Mennige verſchluckten eine ſehr große Menge derſelben.

Im Anhange folgen endlich noch verſchiedene Schreiben von verſchiedenen Gelehrten, deren Inhalt vorzüglich aus Verſuchen der fixen Luft zur Heilung verſchiedener Krankheiten beſteht.

Der zweyte Band enthält ebenfalls ſehr wichtige Entdeckungen und Bemerkungen. In der Einleitung beſchreibt Prieſtley zwey Vorrichtungen: 1. zu Verſuchen über das Wachſen der Gewächſe in verſchiedenen Luftarten. Ein oben 18 Zoll weites und eben ſo tiefes Gefäß, um welches Stäbe geſteckt waren, an welche gläſerne mit Waſſer angefüllte Cylinder umgekehrt ſich befanden, ſo daß ihre Oeffnungen in das Waſſer eines irdenen Gefäßes reichten. In jedes gläſerne Gefäß ward hierauf eine beſondere Luftart gethan, und nachdem das Waſſer herausgelaſſen war, ſo wurden verſchiedene Pflanzen hineingebracht, deren oberſte Theile und Blätter der Luftart ausgeſetzt werden ſollten; die Wurzeln aber, oder Stengel, wurden mittelſt einer Unterlage immer in einer gewiſſen Höhe im irdenen Gefäße erhalten; 2. zur Erforſchung der Kraft verſchiedener Luftarten, die Hitze fortzupflanzen. Ein an beyden Enden offenes kugelförmiges Glas, in welches ein Thermometer gebracht und mit der zu prüfenden Luft umgeben werden konnte. Hierauf folgen folgende Abſchnitte:

1. Ueber das Wachſen des Weiderichs (epilobium hirſutum *Lin.*) in verſchiedenen Luftarten. Prieſtley hatte ſchon im vorhergehenden Bande angezeigt, daß derſelbe, ſowohl in entzündbarer als in gemeiner Luft, ſehr gut wachſe und von beyden,

den, wie von der Salpeterluft, beträchtlich viel einſauge. Bey wiederholten Verſuchen ward das Wachſen in der entzündbaren Luft beſtärkt; der Rückſtand war phlogiſtiſirt, mannichmal auch ſo gut, oder noch beſſer, als gemeine Luft, daß es alſo der entzündbare Stoff der Luft ſeyn müſſe, den die Pflanze in ſich nehme, ohne Zweifel zu ihrer Nahrung anwende, und in ihre Subſtanz umwandele. Einige andere Pflanzen, z. B. Wallwurzel (ſymphytum officinale *Lin.*), thaten ſolches auch, wenn gleich die Münze nicht ſo gut wie in gemeiner Luft trieb, ja mit der Zeit abſtarb. Die Weiderichpflanzen wuchſen in und neben einem kleinen Waſſer, aus deſſen Schlamme oft von ſelbſt Luftblaſen aufſtiegen, und aus welchem durch Umrühren eine große Menge entzündbarer Luft ſich entband. Die Verſuche ſelbſt wurden im May und Junius des Jahrs 1779. angeſtellt. Ein Merkmal des guten und friſchen Zuſtandes der in entzündbarer Luft wachſenden Pflanzen war die lebhafte grüne Farbe der Blätter, auch unter dem Waſſer, welche ſonſt bald abſtarben, wenn der obere Theil in gemeiner Luft ſtand; auch waren die Blätter im erſten Falle immer mit Luftblaſen bedeckt, von welchen Prieſtley vermuthet, daß ſie dephlogiſtiſirte Luft enthalten haben. Daß ſelbige nicht von der im Waſſer enthaltenen Luft, ſondern von der von den Blättern eingeſogenen und in die Subſtanz der Pflanzen übergegangenen Luft herrührten, glaubt Prieſtley durch andere Verſuche entſchieden zu haben, da in einem umgekehrt geſtellten und mit Waſſer angefüllten Gefäße von dem darin ſtehenden und mit dem obern Theile in ein Gefäß mit entzündbarer Luft geleiteten Stengel einer Weiderichpflanze theils dephlogiſtiſirte, theils entzündbare Luft erhalten ward, welche letztere vom Uebermaaße der einge-

eingeſogenen nährenden Theile herrührte. Durch verfaulte Fiſche entſtandene phlogiſtiſirte Luft ward durch das Wachſen ſolcher Pflanzen auch ſehr verbeſſert. Salpeterluft ward bis auf $\frac{1}{4}$ vermindert, und ließ ein Licht mit einer ruhigen blauen Flamme brennen, ward alſo zum Theil dephlogiſtiſirt; in dephlogiſtiſirter Luft ſtarb der Weiderich bald ab, ehe ſie noch merklich vermindert war, als welches wahrſcheinlich erſt die Fäulniß der Pflanzen bewirkte. Prieſtley glaubt ſchließen zu können, daß die dephlogiſtiſirte Luft den Pflanzen allgemein ſchädlich ſey, und dieß ſey wiederum ein Beweis, daß die Luft des Dunſtkreiſes durchs Wachſen der Gewächſe gereinigt werde.

2. Ueber die Reinigung der Luft durch Pflanzen, und über den Einfluß des Lichts auf dieſe Wirkung. Prieſtley hatte die Einwirkung des letzten im vorhergehenden Bande durch Hülfe einer grünen Materie behauptet, welche er nun, nach Bewley's Beobachtung, wirklich für eine Pflanze hält, zumal der Zweifel, ob ſie auch in genau verſchloſſenen Gefäßen entſtünde, dadurch gehoben ward, daß keine entſtand, wenn dem Saamen durch Queckſilber aller Zugang zum deſtillirten Waſſer abgeſchnitten war. Da keine Pflanze ohne Licht wachſen könne, oder wenigſtens weiß und in anderer Rückſicht ſchwach und kränklich bleibe, ſo habe ehedem durch bloße Wärme kein grüner Stoff erzeugt, mithin keine reine Luft angeſammelt werden können. Zum Beweiſe brachte er Waſſer aus einem Troge, der viel ſolchen grünen Stoff enthielt, in ein dunkeles Zimmer; in dieſem Falle entwickelte ſich keine Luft mehr. Eben ſo lieferte auch Waſſer, das vorher im Sonnenlichte häufige Luft entwickelt hatte, im Finſtern keine Luft; nachdem

es

es aber wieder ans Sonnenlicht gebracht war, und die grüne Materie ſich erzeugt hatte, fand auch eine lebhafte Entbindung der Luft wieder ſtatt. Auch in Waſſer mit gebratenem Rindfleiſche, und mit kleinen Stücken von Gurken, erzeugte ſich in der Sonne grüne Materie und entwickelte reine Luft, im Schatten aber gab es im erſten Falle keine, im leztern nur wenig völlig phlogiſtiſirte Luft. Da ferner einerley Waſſer, der Sonne mit grüner Materie ausgeſezt, ſehr bald, ohne ſolcher aber nur nach Entſtehung derſelben Luft entwickelte, ſo ward Prieſtley in ſeinem Schluſſe beſtärkt, daß die Erzeugung der Luft nicht durch die bloße Wirkung des Lichts auf das Waſſer, ſondern durch die grüne Materie, und zwar durchs Wachſen derſelben, bewirkt werde, weil ſie nicht mehr dazu geſchickt war, wenn man ſie erhizt, mithin wahrſcheinlich getödtet hatte. Auch andere Waſſerpflanzen lieferten, der Sonne im Waſſer ausgeſezt, ſehr reine Luft; dieß hörte jedoch endlich auf, ob ſie gleich in friſchem Waſſer abermals und eben ſo häufig neue Luft gaben; aus dem Waſſer, in welchem ſie nicht mehr fortwuchſen, ward durch Austreiben die reinſte Luft erhalten. Der eigentliche Urſprung der erzeugten Luft ſey alſo nicht in der Pflanze und dem Lichte zu ſuchen, ſondern dieſe ſeyen nur die Mittel, dieſe Wirkung bey einem andern Körper hervorzubringen; in allen Fällen ſtehe die Menge der hervorgebrachten Luft in einem gewiſſen Verhältniſſe zum Volumen des Gefäßes, und betrage, außer der im Waſſer ſelbſt aufgelößt enthaltenen, nie über den achten Theil deſſelben. Brunnenwaſſer gab in einem Gefäße, welchem noch grüner Stoff anhing, in 14 Tagen über den zehnten Theil ſeines Maaßes ſehr dephlogiſtiſirte Luft; ein anderes mal Brunnenwaſſer aus einem Troge mit vielem grünen Stoffe, das

ganz trübe ausſah, in einer Woche einen Antheil ſo reiner, daß ſie mit zwey gleichen Antheilen Salpeterluft nur 0,5 am Gradmeſſer zeigte. In dieſem Falle finde alſo keine eigentliche Erzeugung, ſondern nur eine Reinigung, oder Dephlogiſtiſirung der ſchon im Waſſer vorhandenen Luft ſtatt, und, wie die Waſſerpflanzen dieſe Luft reinigen, ſo mögen auch die in der Atmoſphäre wachſenden Pflanzen dieſelbe verbeſſern. Prieſtley hatte ſich vorgenommen, dieſe Unterſuchungen weiter fortzuſetzen; allein die um dieſe Zeit von Hrn. Ingenhouß gemachten Verſuche, von welchen das Weſentlichſte weiter unten angeführt werden wird, waren ihm ſchon hinreichend, ſeine Wißbegierde zu befriedigen.

Dieſe Beobachtungen, glaubt er, belehren uns, daß die mit Waſſer verbundene Luft ſo gut, als die außer dem Waſſer befindliche und elaſtiſche, geneigt ſey, durch das Athemholen phlogiſtiſch, und durch die Vegetation dephlogiſtiſirt zu werden. So machten z. B. Fiſche die in dem Waſſer befindliche Luft unrein, Waſſerpflanzen aber äußerten eine dieſer entgegengeſetzte Wirkung. Dieß ſey ohne Zweifel einer der größten Vortheile, den das Schilf und andere Waſſerpflanzen, an welchen friſche ſtehende Gewäſſer und auch Seen einen Ueberfluß haben, verurſachten. Uebrigens verliere zur Wäſſerung des Graslandes angewandtes Quellwaſſer ſein Vermögen, die Erde fruchtbar zu machen, nicht durch Abſetzung einiger Theile auf den Boden ſelbſt, ſondern weil ihm die mit aus der Erde gebrachte enthaltene unreine, nämlich mit Phlogiſton überſättigte, Luft durch die Wurzeln der Kräuter entzogen und es dann mit dephlogiſtiſirter Luft angefüllt werde, mithin den Pflanzen keine nährenden Theile mehr darreichen könne.

3. Mehrere Beobachtungen über das grüne pflanzenartige Weſen, mit welchem verſchiedene im vorhergehenden Bande beſchriebene Verſuche angeſtellt worden ſind. Nach Prieſtley's Meynung könne demſelben der Nahme conferva zukommen, obgleich ihre natürliche Geſchichte noch unbekannt ſey. Der Saame ſchwebe in der Luft, und könne zu allen Jahrszeiten, nur nicht bey wirklichem Froſte, im Waſſer wachſen, und Luft hervorbringen. Faulende thieriſche und Gewächstheile ſchienen dieſe Pflanze zu nähren, doch habe er auch bemerkt, daß einige dem Wachsthume derſelben ungünſtig ſeyen, und es vielmehr verhinderten. In Regenwaſſer erfolgten das Wachſen und die Entwickelung der Luft ſpäter, als in Brunnenwaſſer, weil es weniger und reinere Luft enthalte; in deſtillirtem Waſſer überhaupt ſehr ſpät. Einmal habe es mit gekochtem Schöpſenfleiſch aufbewahrt früher grünen Stoff und Luft gezeigt, als Regenwaſſer, welches vom Dache eines Hauſes geſammelt, und vielleicht mit nachtheiligen Theilen geſchwängert geweſen ſey. Das Grüne ſey auch, in einem vorher mit fixer Luft und Eiſen geſchwängert geweſenen Waſſer, im Zuſtande, Luft von ſich geben, gefunden worden, ob ſchon das Eiſen niedergeſchlagen und die Luft abgeſchieden, folglich nur gemeines Waſſer zurückgeblieben ſey; auch habe er es ſowohl in dem mit Küchenſalz als mit Salpeter geſchwängerten Waſſer entdeckt; aus letzterm habe es nicht völlig ſo reine Luft zu geben geſchienen. In Waſſer, welches ſtark mit fixer Luft geſchwängert war, erſchien kein Grünes, ehe die Luft entwichen war, und dann war die Luft höchſt rein, und zeigte mit 2 Theilen Salpeterluft 0,5.

4.

4. **Ueber die Erzeugung der grünen Materie und der reinen Luft im Waſſer durch Hülfe verſchiedener vegetabiliſcher Subſtanzen.** Einige lieferten viel entzündbare Luft, wenn ſie zu faulen anfingen, ſie mochten in der Sonne oder im Schatten ſtehen. Andere, welche über Queckſilber entzündbare und fixe Luft durch die Fäulniß geliefert haben würden, gaben jezt nur das der grünen Materie angemeſſene Nahrungsmittel und lauter reine dephlogiſtiſirte Luft, weil das Brennbare, welches ſonſt zur entzündbaren Luft geworden wäre, nun zur Nahrung der Pflanze verwandt ward, welche durch Einwirkung des Lichts reine Luft hervorbrachte. Kohlblätter beförderten das Wachsthum der grünen Materie an der Sonne bald und gaben lauter dephlogiſtiſirte Luft, welche mit 2 Theilen Salpeterluft 0,67 auch 0,6 betrug, wobey auch kein unangenehmer Geruch zu ſpüren war, den man im Schatten bemerkte, wo von der entbundenen Luft $\frac{1}{3}$ fixe und der Ueberreſt ſehr entzündbar war; zu viel Kohl gab auch an der Sonne entzündbare und wenig fixe Luft, ſo auch Salat; Springkraut lieferte erſtlich gemeine, hernach mit friſchem Waſſer ſo reine Luft, daß der Gradmeſſer mit 2 gleichen Mengen Salpeterluft 0,66 zeigte. Eine halbe 6 Quentchen ſchwere Gurke gab mit 70 Unzenmaaß Waſſer an der Sonne nach 3 Wochen 1 Unzenmaaß ſo reine Luft, daß der Gradmeſſer mit 2 gleichen Theilen Salpeterluft 1,0 zeigte, im Dunkeln $\frac{1}{3}$ Unzenmaaß völlig phlogiſtiſirte Luft. Weiße Lilien gaben wegen ihres vielen ausdunſtenden Brennbaren phlogiſtiſirte Luft. Dünne Scheiben von Erdbirnen beförderten das Wachſen der grünen Materie an der Sonne ſehr, und die erzeugte Luft zeigte mit 2 Maaß Salpeterluft 0,54 auch 0,58; viele gekochte mit wenigem

nigem Waſſer gaben fixe und phlogiſtiſirte Luft. 3 Scheibchen Rüben lieferten mit 90 Unzenmaaß Waſſer 9 Unzen ſo reine Luft, daß ſie in gedachter Probe 0.75 gab. Die Zwiebeln waren der Erzeugung reiner Luft am ungünſtigſten; nur dann gelang es, grüne Materie hervorzubringen, wenn ein kleiner Theil mit ſehr vielem Waſſer der Sonne ausgeſetzt ward. So gaben 2 Quentchen 12 Gran mit 200 Unzenmaaß Waſſer in 25 Tagen 6 Unzenmaaß Luft, welche mit 2 Theilen Salpeterluft 1,2 zeigte, dahingegen 5 Quentchen und 35 Gran derſelben mit $3\frac{1}{2}$ Unze Waſſer in 3 Monathen nur etwas mehr, als $\frac{1}{2}$ Unzenmaaß völlig phlogiſtiſirte Luft lieferten.

5. **Ueber die Erzeugung der Luft vermittelſt grüner Materie aus thieriſchen Subſtanzen.** Die thieriſchen Subſtanzen waren im Ganzen genommen dem Wachſen der grünen Materie und der Erzeugung der reinen Luft nicht günſtiger, als die vegetabiliſchen Subſtanzen, doch wurden Fiſche, Rindfleiſch, Kalbfleiſch, eine todte Maus und Schafgehirn an der Sonne mit grüner Materie bedeckt, und gaben dann dephlogiſtiſirte Luft, im Schatten keine; 7 Quentchen 12 Gran vom Bodenſatze des Schafbluts mit 200 Unzen Regenwaſſer blieben an der Sonne roth, und gaben nie mehr als 1 Unzenmaaß völlig phlogiſtiſirte Luft von ſich. Schöpſentalg und wenige Schöpſenfleiſchbrühe gaben gar keine Luft. $\frac{1}{2}$ Unze Schafgalle mit der Gallenblaſe in 200 Unzen Waſſer gebracht erhielt in wenigen Tagen eine grüne Farbe, und erzeugte alsdann Luft, welche aber binnen 3 Wochen wieder eingeſogen war. **Prieſtley** meint, weniger Galle, oder früheres Herausnehmen derſelben möchte einen beſſeren Erfolg verſchafft haben,

und ſchließt mit Bemerkungen, daß in heißen Ländern im Waſſer faulende Körper durch Nahrung des Pflanzenſtoffs, welcher dem Luftkreiſe dephlogiſtiſirte Luft liefere, der Verderbung der Luft durch das Faulen vorbeugen. Eben dadurch würden ſtehende Gewäſſer weniger nachtheilig für die Geſundheit, als ſie ſonſt ſeyn würden, indem der ekelhafte Schaum auf ihrer Oberfläche aus der reinſten dephlogiſtiſirten Luft beſtehe, welche vermittelſt der Waſſerpflanzen, die in einem ſtehenden Waſſer beſſer wüchſen, hervorgebracht ſey, u. ſ. w.

6. Ueber die Luft, welche die im Waſſer faulenden Stoffe hervorbringen. Zwiebeln gaben an der Sonne und im Schatten mit weniger fixer gemiſchte entzündbare Luft; ſo auch Möhren, Paſtinaken und Rüben. Auch verſchiedene Früchte waren der Erzeugung reiner Luft nicht günſtig, ſondern gingen, wie gedachte Wurzeln, in Fäulniß über, und gaben mit mephitiſchem Gas gemiſchte entzündbare Luft, z. B. Pfirſchen, an der Sonne und im Schatten $\frac{3}{4}$ fixe und $\frac{1}{4}$ entzündbare, jedoch an der Sonne doppelt ſo viel dem Raume nach als im Schatten; 2 Judenkirſchen an der Sonne gaben $\frac{1}{3}$, im Schatten $\frac{1}{5}$ eines Unzenmaaßes entzündbare Luft, ſo auch Aprikoſen. Durchs Kochen lieferten gedachte nährende Stoffe keine entzündbare Luft, ſondern Zwiebeln, Sallat und Möhren gaben Luft, deren vom Waſſer nicht eingeſogener Reſt phlogiſtiſirt war, und nur die Fäulniß entwickelte die entzündbare, aus welcher auch die von gekochten und nachher im Waſſer verfaulten Erdbirnen und Möhren gewonnene Luft zur Hälfte, und die übrige aus fixer Luft beſtand, womit auch die wenige Luft aus Zwiebeln übereinkam; dahingegen in der

noch

noch geringern Menge, welche gekochter Sallat beym Faulen gab, keine entzündbaren Theile entdeckt werden konnten. Aus den in dieſem und dem folgenden Abſchnitte angeführten Verſuchen glaubt Prieſtley folgern zu dürfen, daß der in den vegetabiliſchen und thieriſchen Subſtanzen enthaltene nährende Stoff, zu deſſen Entdeckung ſie hauptſächlich angeſtellt waren, ein brennbares Weſen, oder der Grundſtoff der Entzündbarkeit ſey, welches ſich in einem ſolchen Zuſtande befinde, daß es durch die Fäulniß eine wahre entzündbare Luft, doch überhaupt keine ſolche, die mit einem ſtarken knallenden Geräuſch brennt, ſondern vielmehr ein Gas, daß ſich mit einer blauen und ausbreitenden Flamme entzündet, und in einem gewiſſen Verhältniſſe mit fixer Luft vermiſcht iſt, darzuſtellen geſchickt ſey. Bey der Fäulniß werde bloß der brennbare Stoff entwickelt und mit keinem andern Weſen vereinigt, außer nur mit dem, vermöge deſſen es die Geſtalt einer entzündbaren Luft annimmt; bey der Ernährung aber werde er unmittelbar in dem Magenſafte, und in dem daraus gebildeten Milchſafte aufgelößt erhalten, mit demſelben in den Kreislauf gebracht, nachher in den Lungen wieder aus dem Blute abgeſondert, und der Luft der Atmoſphäre, welche dadurch phlogiſtiſirt werde, mitgetheilt. Alle nährende Stoffe enthalten nicht nur ein brennbares Weſen, ſondern ſeyen auch, wie er glaube, geſchickt, durch die Fäulniß eine eigene entzündbare Luft von ſich zu geben. Indeſſen ſchienen doch die Wurzeln der eßbaren Pflanzen dieſelbe in größerer Menge von ſich zu geben, als andere Gewächstheile, wiewohl mit einigen Verſchiedenheiten.

7. Ueber die durch verſchiedene in Queckſilber faulende Subſtanzen hervorgebrachte Luft. Dieſe Verſuche wurden mit kleinen Theilen thieriſcher Körper angeſtellt, welche nach Prieſtley erwieſen, daß derſelbe Stoff, welcher in einer großen Menge entzündbare Luft gebe, in einer kleinern phlogiſtiſirte geben könne. Ein kleiner Fiſch, gekochtes und rohes Rindfleiſch, gebratene Kälberhalsflechſe, gaben verſchiedene Luft, welche aus fixer und ein Licht auslöſchender gemiſcht war; rohes Lammfleiſch lieferte eine aus fixer und wenig unmerklich entzündbarer, gebratenes aus $\frac{1}{2}$ auch $\frac{3}{4}$ fixer und das übrige entzündbarer gemiſchte Luft. Faulende Mäuſe gaben ebenfalls aus fixer und entzündbarer gemiſchte Luft. Hiebey ſonderte ſich eine große Menge aufgelößtes Blut, oder eine andere rothe und dünne Flüſſigkeit ab; nachdem dieſe von den feſten Theilen abgeſondert war, ſo fuhren dieſe immer noch fort, Luft von ſich zu geben, indeß ſich aus jener Feuchtigkeit wenig oder gar kein Gas entwickelte. Vielleicht, meint Prieſtley, ſeyen es in allen Körpern nur feſte Theile, welche zur Bildung einer dauernden Luft beytragen. Gehirnmark von einem Schaafe gab Luft, von welcher $\frac{1}{5}$ Unzenmaaß entzündbare, die übrige fixe Luft war, der borkige Theil des nämlichen Gehirns gab etwas weniger, ſonſt in gleichem Verhältniſſe gemiſchte Luft; 48 Gran Schöpſenfleiſchbrühe gaben 0,32 Unzenmaaß Luft, deren größter Theil fixe und der Ueberreſt ſcheinbar entzündbar war; eben ſo viel Bodenſatz vom Schaafsblute lieferte eine zu kleine Luftblaſe, als daß ſie hätte unterſucht werden können; Blutwaſſer gab auch einige wenige; $1\frac{1}{2}$ Unzenmaaß Schaafsgalle und 1 Unzenmaaß Milch lieferten faſt $\frac{1}{2}$ Unzenmaaß, größtentheils fixe, mit weniger phlogiſtiſirter gemiſchte Luft.

8. Ueber die Erzeugung der entzündbaren Luft aus einem mit Waſſer, Eiſenfeil und Schwefel bereitetem Teige. Da Prieſtley zuvor beobachtet hatte, daß Salpeterluft von ſolcher Miſchung nach einiger Zeit ſehr entzündbar und an Menge vermehrt worden war, ſo äußerten ſich bey ihm einige Zweifel, ob der entzündbare Stoff einer fernern Veränderung der Salpeterſäure, oder der Ausdünſtung einer eigentlichen entzündbaren Luft aus der Miſchung zuzuſchreiben ſey. Dieſe Zweifel aber verloren ſich, da er verſichert war, nie bemerkt zu haben, daß dieſe Miſchung weder im Waſſer, noch im leeren Raume, ausgenommen bey einem beträchtlichen Grad der Hitze, Luft erzeuge. Indeſſen lehrten neue Verſuche, daß allerdings entzündbare Luft aus dieſer Miſchung entbunden worden war, wenigſtens ward bey langer Aufbewahrung in allen Gefäßen entweder eine entzündbare (wenn die Miſchung friſch war), oder dephlogiſtiſirte (wenn ſie alt war) Luft bewirkt. Dieſen Verſuchen verdankt Prieſtley auch die Beobachtung, daß in dieſem und vielen andern Fällen, wo gemeine Luft durch phlogiſtiſches Verfahren vermindert wird, zuerſt wahre entzündbare Luft entſtehe, und zu derſelben Zeit, noch vor der Phlogiſtiſirung der gemeinen Luft, zerlegt werde. Die nämlichen Subſtanzen, welche in Queckſilber oder Waſſer aufbewahrt entzündbare Luft gaben, machen gemeine Luft nur phlogiſtiſirt, und Prieſtley iſt daher faſt geneigt zu ſchließen, daß die Luft nur durch ſolche Stoffe, welche unter gewiſſen Umſtänden entzündbare Luft geben würden, phlogiſtiſirt werden, obgleich mit gemeiner Luft gemiſchte entzündbare ſonſt in der Wärme der Atmoſphäre nur ſehr ſchwach zerlegt werde, dahingegen ſie in der Glühehitze, durch welche ſie in Brand gerathe,

rathe, wegen der Abſcheidung des Brennbaren und deſſen Uebergange in die Miſchung der dephlogiſtiſirten Luft, zu welcher die gemeine geworden, mit ohngefähr $\frac{1}{4}$ der gemeinen Luft verſchwinde.

Viele Miſchung aus Eiſenfeilſpähnen und Schwefel vermehrte den Umfang weniger gemeiner Luft zwar in $3\frac{1}{2}$ Monathen, aber die Luft war nur phlogiſtiſirt, jedoch vielleicht vorher entzündbar geweſen. Ein anderes mal gab ſolche Miſchung unter Waſſer, ungeachtet ſie ſehr gut aufſchwoll und ſchwarz ward, doch in 14 Tagen keine, aber nach 3 Wochen ein gleiches Maaß ſehr entzündbarer Luft, und ein anderer Antheil der Miſchung, unter gleichen Umſtänden, bloß phlogiſtiſirte Luft. Viele ſolche entzündbare Luft ward, mit eiſernen Nägeln $3\frac{1}{2}$ Monathe aufbewahrt, phlogiſtiſch und hatte die Entzündbarkeit verloren. Viele Miſchung in Queckſilber gethan hatte in 17 Tagen, bey der Wärme des Dunſtkreiſes, ein gleiches Maaß ſehr entzündbare Luft gegeben. Fernere Verſuche lehrten, daß dieſe Miſchung alle Luftarten in einem hinreichenden Zeitraume, durch den Zuſatz einer nach gewiſſen bekannten oder unbekannten Umſtänden größern oder kleinern Menge entzündbarer Luft, vermehrte. Gemeine Luft ward aber zuerſt ohngefähr um den vierten Theil vermindert, und nachher nahm ſie wieder an Umfang zu, und ward dann anfänglich ſchwach, darnach ſtark entzündbar, daß alſo die erzeugte entzündbare Luft im erſten Falle durch die Phlogiſtiſirung der gemeinen zerlegt worden ſeyn mußte, ehe ſie in ihrer eigenen Geſtalt erſcheinen konnte. Ferner fand Prieſtley, daß eine friſche Miſchung entzündbare, eine ältere aber nur phlogiſtiſirte Luft gab; er konnte aber die Zeit nicht beſtimmen, wenn die Entbindung der entzünd-

zündbaren Luft aufhörte, da auch alte Miſchungen beynahe eben ſo viel entzündbare gaben als friſche. Von einer und derſelben Miſchung lieferten $1\frac{1}{2}$ Unzenmaaß in weniger gemeiner Luft binnen einem Jahre 14 Unzenmaaß entzündbare Luft und waren hart, im Waſſer ohne Luft binnen einem Monathe 3 Unzenmaaß, in 11 Monathen 11 Unzenmaaß ſehr entzündbare Luft und blieben weich. Eben ſo unbeſtändige Erfolge zeigte die Schwefelleber, welche Salpeterluft in 5 Monathen ſehr vermehrt und entzündbar gemacht, in Queckſilber aber in mehreren Monathen keine Luft gegeben hatte. Unter den folgenden Verſuchen, zur Beſtätigung, daß die gemeine Luft gewöhnlich durch eine wirkliche Zerlegung eines kleinen Theils entzündbarer Luft phlogiſtiſirt würde, fand Prieſtley dieſen am entſcheidendſten, da 1 Theil Eiſenfeil mit Schwefel gemiſcht, in eine mit Waſſer gefüllte Phiole gethan, in 4 Wochen viel, nach deren Ausziehung in 2 Monathen noch mehr entzündbare Luft gab, mithin im Stande war, dergleichen zu liefern; durch hinzugelaſſene gemeine Luft ward ſie in 2 Monathen merklich vermindert; nachdem ſie aber ausgezogen war, gab die Miſchung in Waſſer binnen 4 Monathen wiederum ſehr entzündbare Luft. Jedoch ſchließt Prieſtley nicht, daß gemeine Luft nicht auch auf eine andere Art vermindert werden könne, denn vielleicht werde man noch beobachten, daß alle Stoffe, welche die gemeine Luft zu phlogiſtiſiren vermögen, auch, obgleich nicht in der Wärme der Atmoſphäre, doch wenigſtens in ſtärkerer Hitze, oder durch eine andere Behandlung, entzündbare Luft geben können, und verweißt hierüber auf die Metalle und alle faulende Stoffe. Heimliche Gemächer ſeyen oft mit entzündbarer Luft überflüſſig verſehen gefunden, und verminderten die gemeine Luft eben ſo,

wie andere faulende Stoffe. Prieſtley unterſuchte ferner, ob nicht mittelſt einer Glühehitze bewirkt werden könnte, daß eine Menge entzündbarer Luft ſich mit ihrem Brennbaren der gemeinen mittheilte, beobachtete auch bey längerer Dauer eine ſehr merkliche und manchmal eine beträchtliche Verminderung, jedoch nie eine vollkommene Phlogiſtiſirung, ſondern ein Licht brannte in ihr mit einer blauen Flamme, es mochten 2 Theile gemeiner mit 1 Theil entzündbarer, oder 1 Theil von dieſer mit 2 Theilen von jener vermiſcht geweſen ſeyn. Eben ſo verhielt ſich auch eine Miſchung aus gleichen Theilen dephlogiſtiſirter und entzündbarer Luft; die Verminderung betrug 1, $\frac{2}{5}$, $\frac{2}{3}$, aber ein Licht brannte in ihr noch mit einem beträchtlichen Kniſtern. Beſſer ging es, als entzündbare Luft nach und nach bey kleinen Portionen der gemeinen zugeſetzt, und das Gefäß zu gleicher Zeit ſehr nahe ans Feuer gebracht ward; die gemeine hatte dabey am Umfange nicht zugenommen, die Miſchung ward nicht entzündbar, jedoch ſo phlogiſtiſirt, daß ſie mit gleicher Menge Salpeterluft 1,36 zeigte, da gemeine mit der nämlichen Salpeterluft 1,26 gab. Prieſtley ſcheint daher zu vermuthen, daß bey langſamer Miſchung auch in der Wärme der Atmoſphäre eine Verminderung um $\frac{1}{4}$ und vollkommene Phlogiſtiſirung erreicht werden könne. Uebrigens ſind dieſe Verſuche im Jahre 1779. und 1780. angeſtellt.

9. Ueber die Luft, die, wie man dafür hält, aus den Schweißlöchern der Haut hervorkommt, und über die Wirkungen der Ausdünſtung des Körpers. Ingenhouß hatte behauptet, daß aus der menſchlichen Haut ununterbrochen Luft herausgehe. Nach Prieſtley hat er

er ſich aber geirrt; denn die Luft, welche er erhalten habe, ſey keinesweges aus der Haut herausgekommen, ſondern ſie habe ſich vielmehr aus dem Waſſer, in welches die Arme, oder andere Theile des Körpers getaucht wurden, abgeſchieden, wie dieß die Beſchaffenheit der Luft ſelbſt beweiſe, indem ſie nämlich eine Vermiſchung aus fixer und zum Theil phlogiſtiſirter Luft geweſen ſey, an welcher überhaupt das Brunnenwaſſer einen Ueberfluß habe; auch bewieſen die an den nämlichen Oertern der Haut entſtehenden Luftblaſen nicht, daß die Luft aus der Haut ſelbſt hervorgekommen ſey, indem bey jeder Entbindung der Luft aus dem Waſſer die Bläschen immer an hineingetauchte Körper erzeugt würden. Gleiche Erſcheinungen erfolgen, wenn man ein Stück Metall oder Glas in ein luftleeres Gefäß mit lufthaltigem Waſſer lege, nicht aber, wenn das Waſſer keine Luft enthalte, und das Metall oder Glas ſorgfältig abgewiſcht ſey; ausgepumptes Waſſer, das nach Ingenhouß wegen geſchwinder Einſaugung der Luft bey ihrer Entbindung aus der Haut zu dem Verſuche nicht tauge, ſollte ſonſt am erſten tauglich ſeyn, weil es die Erfahrung außer Zweifel ſetzen würde; überdem ſauge Waſſer keine Luftart, beſonders keine ſolche zum Theil phlogiſtiſirte ſo geſchwind ein, als Ingenhouß die Entbindung anſetze, und der Bau des menſchlichen Körpers gebe bis jetzt durch keine bekannte Luftgefäße Anlaß zum Argwohn, daß aus der Haut Luft hervorkomme. Prieſtley ſelbſt hat ſeinen entblößten Arm in abgekochtes Regenwaſſer getaucht, alle ſich anhängende Luftblaſen ſorgfältig abgewiſcht, und in einer ganzen halben Stunde keine wieder bemerkt.

Ferner haben die Herren Cruikſhank und vor ihm Moſcati angenommen, daß das Brennbare die gemeine Luft in fixe verwandele; wenn dieß aber, meint Prieſtley, ſeine Richtigkeit hätte, ſo würde auch folgen, daß die Ausdünſtung thieriſcher Körper im geſunden Zuſtande die nämliche Wirkung auf die Luft äußere, welche das Athemholen hervorbringe, nämlich ſie phlogiſtiſire und ſchädlich mache; allein die Erfahrungen, welche er im erſten Bande angeführt habe, ſeyen dieſer Meynung entgegen, indem vom Körper keine unreinere Luft erhalten worden ſey. Daß Kalkwaſſer in den Gefäßen trübe geworden ſey, in welchen Cruikſhank vorher ſeinen Fuß gehalten, beweiſe nichts, da ſolches ohnedem auch erfolgt ſeyn würde, wenn eine große Oberfläche deſſelben der Atmoſphäre ausgeſetzt worden wäre; endlich ſey die Luft in einer feuchten Rindsblaſe, die ohngefähr 1 Nößelmaaß Luft enthielt, und die er in der Nähe des Knöchels am Beine befeſtigte, eine Stunde lang nahe am Feuer gehalten ſo rein geweſen, als die atmoſphäriſche; auch trübte ſie das Kalkwaſſer nicht.

Prieſtley wiederholt alſo ſeine Behauptung, daß bloß das Athmen, und keinesweges die Ausdünſtung des Körpers, die atmoſphäriſche Luft verderbe.

10. Beobachtungen, welche auf die Erklärung des Urſprungs der fixen Luft abzwecken, die man in der ein- und ausgeathmeten entdeckt. Man hatte bisher allgemein die Meynung, daß gemeine Luft durch den Zuſatz eines brennbaren Weſens in fixe verwandelt werde. Allein Prieſtley meint, daß alle bisherige zu Gunſten derſelben angeführten Verſuche nur zu erkennen gäben, daß die gemeine Luft, wenn ſie phlogiſtiſirt

worden

worden ſey, fixe zu ſeyn ſcheine. Allein dieß könne wohl der Fall ſeyn, wenn ſich eine beträchtliche Menge fixer Luft in der Atmoſphäre befindet, indem der Zuſatz eines brennbaren Weſens, oder vielmehr die Vereinigung deſſelben mit gemeiner Luft, wodurch dieſe phlogiſtiſirt werde, die fixe Luft niederſchlagen könne. Einen Theil derſelben verrathe das Kalkwaſſer, wenn ſie der freyen Einwirkung der Atmoſphäre ausgeſetzt werde, aber außer dieſem Theile, welchen es einſauge, enthalte dieſelbe noch eine andere Menge weit genauer und inniger mit ihr verbundener fixer Luft, indem ſie hernach noch gleich geſchickt zum Athmen bleibe, und, wenn ſie mittelſt deſſelben oder der Fäulniß phlogiſtiſirt worden ſey, dem Anſcheine nach eine weit größere Menge fixer Luft daraus niedergeſchlagen werde. Die auf dieſe Art zum Vorſchein kommende fixe Luft habe zu der Meynung verleitet, daß ſolche durch die Vereinigung des Brennbaren mit der gemeinen Luft gebildet werde; allein, frägt Prieſtley, warum verwandele nicht der Zuſatz einer größern Menge von brennbarem Weſen das Ganze in fixe Luft? Nie finde dieſe Verwandlung ſtatt; denn bey einer einfachen Phlogiſtiſirung überſchreite die Verminderung nie den vierten Theil irgend einer gegebenen Menge gemeiner Luft, der übrigbleibende Theil ſey ein ſo ſehr, als jede andere Luftart, von der fixen Luft verſchiedenes Weſen, und vergeblich die Bemühung, ihn durch mehr Brennbares in ſolche zu verwandeln. Ueberdieß ſcheine nach der größern Verminderung der gemeinen Luft durch phlogiſtiſirende Prozeſſe keine größere Menge fixer Luft durchs Athmen hervorgebracht worden zu ſeyn, als vorher in der gemeinen enthalten geweſen ſey, und aus derſelben niedergeſchlagen werde, daß mithin das Athmen im Kalkwaſſer hauptſächlich zu ſolchem

Irr-

Irrthume verleitet habe, zu deſſen Trübung jedoch ſehr wenige fixe Luft ſchon hinreiche. Dieſe Betrachtungen leiteten Prieſtley'n auf Verſuche, welche zwar neue Schwierigkeiten kennen lehrten, jedoch einiges aufklärten. Ueberhaupt fand ſich in Anſehung der Menge entwickelter fixer Luft eine Verſchiedenheit, deren Urſache Prieſtley nicht angeben kann; das Athemholen ſchien die Luft weniger zu vermindern, als die Fäulniß, oder verſchiedene andere Prozeſſe. Zur Sperrung ward hiebey Queckſilber gebraucht. Luft, welche durch eine in ihr geſtorbene Maus nachher in einigen Tagen nicht weiter vermindert war, ward durch Kalkwaſſer um $\frac{1}{21}$ ihres Volumens vermindert; ein anderes mal ward durch gleich nach dem Tode einer Maus zugelaſſenes Kalkwaſſer $\frac{1}{19}$ und mittelſt des Schüttelns im Waſſer in allem $\frac{1}{10}$ eingeſogen; bey der Prüfung mit gleichen Mengen Salpeterluft zeigte der Gradmeſſer 1,76, daß folglich nur wenig an der vollkommenen Phlogiſtiſirung fehlte; Luft, in welcher eine Maus nach dem Tode 4 Tage gelegen und nichts eingeſogen hatte, verlor bey zugelaſſenem Waſſer $\frac{1}{8}$ und das übrige gab mit Salpeterluft 1,8; abermals eine völlig ausgewachſene, aber noch junge Maus lebte 7 Stunden in 10 Unzenmaaß gemeiner mit Queckſilber geſperrter Luft; zugelaſſenes Kalkwaſſer ward trübe, und ſog $\frac{1}{15}$ ein, worauf der Ueberreſt ſehr wenig fixe Luft zu enthalten ſchien, ob es gleich durch Schütteln im Waſſer ſtärker, als je, nämlich um $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{6}$ vermindert war. Auf ſolche Art könne man den Antheil nicht leicht beſtimmen, welchen die Fällung der fixen Luft an der Verminderung habe, aber ſo viel erhelle doch aus dieſen Verſuchen, daß die Einſaugung ſo lange nicht ſtatt finden könne, als die Luft mit Queckſilber geſperrt ſey, weil vermuthlich keine

Theile

Theile gegenwärtig ſeyen, mit welchen ſich der einſaugende Stoff unter dieſen Umſtänden vereinigen könne, wenn man ihn gleich durch hinzugelaſſenes Waſſer leicht trennen könne.

Nunmehr verſuchte Prieſtley auch zu erfahren, wie viel fixe Luft durch ſein eigenes Athmen in einer gegebenen Zeit bewirkt würde, und wie viel er binnen der Zeit phlogiſtiſch machen könnte. Prieſtley füllte daher eine 3 Fuß lange und 1 Zoll weite Glasröhre mit Kalkwaſſer ſo voll, daß nichts überfloß, wenn er ſeinen Athem, durch eine kleinere ähnliche Röhre, durch ſelbiges gehen ließ, athmete ſo 2 Minuten hindurch, goß das Trübe ab, und trieb durch zugeſetzte Vitriolſäure, nachher durch Hitze, alle fixe Luft aus, worauf er, nach Abrechnung der zugleich entbundenen eigenen Gasart oder auch wohl entwiſchten fixen Luft, alle auf dieſe Art erzeugte fixe Luft auf 1 Unzenmaaß ſchätzte. Kalkwaſſer für ſich gab mit eben ſo vieler Vitriolſäure in einer Hitze, welche den 212ten Grad Fahrenh. nicht überſtieg, nur $\frac{1}{4}$ Unzenmaaß Luft, welche vom Kalkwaſſer nicht verändert ward; auch war nur $\frac{1}{2}$ Unzenmaaß fixe Luft geſammelt worden, daß folglich im vorigen Falle die Hälfte derſelben aus dem Kalkwaſſer entbunden war, und ſich mit dem andern halben Unzenmaaß vereinigt hatte.

Um die Menge Luft, welche er binnen einer Zeit von 2 Minuten durch Hülfe des Athemholens völlig phlogiſtiſch machen könnte, zu beſtimmen, athmete er vermittelſt einer gläſernen Röhre die in einer 200 Unzen Waſſer faſſenden Glocke, die umgekehrt in einem Troge mit Waſſer ſtand, befindliche Luft. Nach dieſer Zeit zeigte die Prüfung mit Salpeterluft 1,5, welcher Verſuch mit gleichem Erfolge wiederholt ward.

Die

Die gemeine Luft gab mit derſelben Salpeterluft 1,26. Es mangelte alſo der geathmeten Luft noch 0,24 an der völligen Phlogiſtiſirung. Auf 1 Minute kommen alſo 32,4 Unzenmaaße, oder ohngefähr 1 Nößel, und man habe ſich folglich geirrt, da man annahm, daß wir in Zeit von 1 Minute eine Gallone Luft phlogiſtiſch machen oder verzehren könnten, obgleich dieß von der Behauptung gelte, daß ein Licht nicht mehr in ihr brennen könne.

Wenn man ſich auf dieß Verfahren verlaſſen könne, und die durchs Athmen hervorgebrachte fixe Luft aus der gemeinen gefällt werde, ſo könne man folgern, daß die fixe Luft ohngefähr den 65ten Theil der Maſſe der gemeinen Luft ausmache, und ohngefähr in dem nämlichen Verhältniſſe ſtehe, ſo wie auch der unveränderliche Rückſtand zu einer gewiſſen Menge fixer Luft; denn man könne nicht bewirken, daß das Waſſer die fixe Luft in einer größern Menge einſauge.

11. **Beobachtungen über das Athemholen, welche auf die Erklärung des Urſprungs der fixen Luft, die man vermittelſt derſelben entdeckt, abzwecken.** Die Ungewißheit der letztgedachten Folgerung entſtehe vorzüglich von der Entbindung fixer Luft aus dem Kalkwaſſer, durch welches Athem geholt werde. Allein **Prieſtley** glaubt, bey der Beſtimmung ihrer Menge ſehr freygebig geweſen zu ſeyn. Wenn indeſſen der gedachte 65ſte Theil, oder noch mehr als zweymal ſo viel, alle vermittelſt des Athemholens in der gemeinen zu entdeckende fixe Luft ſey, ſo müſſe irgend eine andere Urſache, außer der Fällung der letztern ſelbſt, bey dieſem Verfahren ſtatt finden, welcher die durchs Brennbare bewirkte Veränderung der Luft zuzuſchreiben ſey,

weil

weil dieſe bey der völligen Phlogiſtiſirung beynahe $\frac{1}{4}$ des Ganzen betrage. Vermittelſt der Fäulniß betrage ſolche nicht nur vollkommen $\frac{1}{4}$, ohnerachtet der Erzeugung einer ſelbſtſtändigen Luft aus der faulenden Subſtanz, ſondern ſie ſcheine auch nur durch die bloße Fällung der fixen Luft bewirkt zu ſeyn. In Hinſicht auf dieſen Umſtand ſind folgende Verſuche angeſtellt.

In der Vermuthung, daß die Verminderung bey der Sperrung mit Queckſilber nicht ſo beträchtlich ſey, als über Waſſer, wurden 2 beynahe gleich große todte Mäuſe in 2 Becher unter verſchiedene beynahe gleich große und weite Cylinder, nämlich einen von 151 Unzenmaaß in Queckſilber, und einen von 160 Unzenmaaß in Waſſer geſtellt. Nach 5 Monathen war die Luft in letzterm auf 140, und einige Wochen ſpäter auf 135 Unzenmaaß, hernach aber in 14 Tagen nicht weiter merklich vermindert, machte aber hineingegoſſenes Kalkwaſſer gleich trübe; weil jedoch auf eine ſolche Art nur eine langſame Verminderung erfolgte, ſo ward das Gefäß nach einigen Tagen in einen Waſſertrog gebracht, da dann die darin enthaltene Luft das Kalkwaſſer ſehr trübe machte, und durch Schütteln mit kleinen Antheilen bis auf 125 Unzenmaaß vermindert ward, welche Abnahme fixe Luft geweſen zu ſeyn ſchien, weil ſie, wie ſolche, das Kalkwaſſer trübe machte, und vom Waſſer eingeſogen worden war. Die Luft des im Waſſer geſtandenen Gefäßes machte das Kalkwaſſer ſehr trübe, und ward durch Herumſchütteln kleiner Antheile bis auf 130 Unzenmaaß vermindert, daß alſo die Verminderung, im Ganzen genommen, in beyden Fällen faſt gleich war und etwas mehr als $\frac{1}{5}$ betrug. Bey dieſem Verſuche waren beyde Mäuſe verfault, hätten alſo wohl alle Luft von ſich gegeben, die

ſie

ſie nur liefern können, indeſſen werde doch der Zuwachs einer Luft aus faulenden Mäuſen, wenn man die zuvor angeführten Verſuche vom Verfaulen derſelben in Queckſilber vergleiche, ganz unbeträchtlich ſeyn, indem er von jeder Maus nur $1\frac{1}{2}$ Unzenmaaß fixe und $\frac{1}{2}$ Unzenmaaß entzündbare Luft betragen habe; beym Faulen im Waſſer möchten ſie vielleicht mehr fixe Luft von ſich geben, hier aber betrage ſie nicht viel, weil die mit Queckſilber eingeſperrte Luft wenig oder gar nicht vermehrt werde. Verſuchen zu Folge dürfe die natürlich in der Atmoſphäre befindliche fixe Luft nicht geringer als $\frac{1}{5}$ geſchätzt werden, wenn die Verminderung gleich bey andern phlogiſtiſchen Verfahrungsarten genau eben ſo viel betragen habe, als in den angeführten Fällen, ohne daß fixe Luft zum Vorſchein gekommen ſey. Dieß ſey der Fall beym Gebrauche der Eiſenfeil mit Schwefel, wobey er die Urſache des Erfolgs anzugeben geſucht habe, welches er bey folgenden Verſuchen, wenigſtens bey einem, weniger thun könne.

Bey der Miſchung einer Menge Salpeterluft mit gemeiner in gewöhnlichem Verhältniſſe über Queckſilber ſey die Verminderung, ohne zugelaſſenes Waſſer, vollkommen erfolgt, aber nachher zugelaſſenes Kalkwaſſer nicht trübe geworden; doch möge ſich die fixe Luft mit dem durch die Vereinigung der Salpeterſäure und des Queckſilbers entſtehenden Stoffe vereinigt haben; allein, was im folgenden Falle aus derſelben geworden ſeyn möge, wenn dergleichen durch die Phlogiſtiſirung aus der gemeinen abgeſetzt worden ſey, könne er ſich nicht erklären. Eine Miſchung gemeiner und entzündbarer Luft ward nämlich über Queckſilber durch elektriſche Schläge immer augenblicklich vermindert,

dert, und unmittelbar darauf zugelaſſenes Kalkwaſſer weder trübe, noch ſolche weiter zu vermindern im Stande; über Waſſer war der Erfolg der nämliche, und im Waſſer keine fixe Luft zu finden. Prieſtley that eine Miſchung eines Theils entzündbarer mit 2 Theilen gemeiner Luft in eine vorher mit Waſſer gefüllte, nach Hrn. Nairne's Vorſchrift verfertigte Piſtole, und verſchloß die Oeffnung ſorgfältig mittelſt einer rund um dieſelbe befeſtigten feuchten Blaſe, aus welcher alle Luft herausgedrückt war. Wenn nun die in der Piſtole enthaltene Luft durch den elektriſchen Funken angezündet ward, ſo dehnte ſie ſich aus, und wurde mit dem Waſſer heftig in die Blaſe getrieben, aber durch die Phlogiſtiſirung in einen engen Raum gebracht; unmittelbar darauf verurſachte jedoch der Druck der Luft, daß dieſe phlogiſtiſirte Luft das Waſſer, und ſelbſt der größte Theil der Blaſe in die Piſtole wieder zurückgetrieben wurden. Darauf ward die Blaſe ſorgfältig abgenommen, und der Verſuch mit dem nämlichen Waſſer wiederholt, bis ſo viel Luft zerlegt war, daß ſelbſt die verſchiedene Menge der gemeinen Luft, ohne die entzündbare, einen beträchtlich größern Raum, als das Waſſer, einnehmen mußte; endlich ward das Waſſer in eine Phiole gegoſſen, und die Luft durch Hitze wieder auszutreiben geſucht; allein er fand nur ſo viel Luft, als ein ſolches Waſſer gewöhnlich enthält, darin, und dieſe Menge war ganz unbeträchtlich, weil kurz zuvor gekochtes Regenwaſſer dazu genommen war. Das Waſſer ſah zwar trübe aus, welches aber, wie Prieſtley meint, wahrſcheinlich von der Blaſe hergerührt hätte; denn wäre es von einer Luftart, und vorzüglich von fixer Luft, verurſacht worden, ſo würde dieſe durch die Abkochung ausgetrieben worden ſeyn.

12. Ueber die vermittelſt der nämlichen Verfahrungsarten in verſchiedenen Luftarten bewirkten Veränderungen. Die Bemerkung, daß die aus thieriſchen oder vegetabiliſchen Subſtanzen ausdünſtende Luft die gemeine, oder die dephlogiſtiſirte, die wenig oder gar kein brennbares Weſen enthalte, und eine ſtarke Verwandtſchaft gegen daſſelbe habe, auf eine merkliche Art verändere, gehöre keinesweges unter die unerwarteten und außerordentlichen Beobachtungen; allein wenn man bemerke, daß die nämlichen Subſtanzen, die die gemeine oder dephlogiſtiſirte Luft phlogiſtiſch machen, auf ähnliche Art in die Salpeter- oder entzündbare Luft, die bereits brennbares Weſen enthielten, wirken, ſo müſſe man ganz anders urtheilen, und er ſelbſt könne in der That den Erfolg nicht erklären. Indeß ſey dieß doch der Fall mit der Schwefelleber mit einer Vermiſchung aus Eiſenfeil und Schwefel und mit andern Subſtanzen, wenn man die Salpeterluft der Wirkung derſelben ausſetze. Auf die entzündbare habe er von ſolchen, wenigſtens in der Wärme der Atmoſphäre, keinen ſtarken Eindruck bemerkt, als vermittelſt des elektriſchen Funkens, ob ſie gleich über Waſſer mit der Zeit verſchiedentlich ihre Entzündbarkeit verloren habe, und wie die Salpeterluft, unter den vorhergehenden Umſtänden, bloße phlogiſtiſirte Luft geworden ſey. Indeſſen habe er doch einen Grund, zu argwöhnen, daß die entzündbare Luft durch die nämlichen Stoffe, wie die Salpeterluft, zerlegt werden könne, wenn man ſtärkere Hitze anwende, oder die Stoffe länger auf ſie wirken laſſe, und vielleicht möge auch das rein gehaltene Waſſer mit Theilen angeſchwängert geweſen ſeyn, welche bey der Veränderung der entzündbaren in phlogiſtiſirte wirken können. Zu dieſen Muth-

maßun-

maßungen führen Prieſtley die Beobachtungen, daß der Urin ſolche Kraft ſowohl auf die Salpeter- als entzündbare Luft äußere.

Er hatte nämlich eine, ohngefähr ½ Zoll weite und 3½ Fuß lange Glasröhre mit Harn gefüllt, und umgekehrt in ein mit demſelben gefülltes Becken geſtellt. Nach einigen Monathen entwickelte ſich zuerſt eine kleine Menge Luft aus dem Harn, welche nachher wieder völlig eingeſchluckt wurde; hierauf erzeugten ſich an verſchiedenen Stellen der innern Seite der Röhren Kryſtallen, und der Harn wurde ſehr bleich. Nun verſuchte Prieſtley mehrere Luftarten, indem er Phiolen um ¼ mit denſelben und übrigens mit dem alten Harn anfüllte, und in ein Becken mit demſelben umgekehrt ſtellte. Sogleich war weder in der entzündbaren, noch phlogiſtiſirten Luft, eine Veränderung zu bemerken, aber von der gemeinen, Salpeter- und deſphlogiſtiſirten Luft, beſonders der letztern, ward der Harn aus blaſſem Strohgelb gleich dunkelbraun. Am folgenden Morgen war er von der dephlogiſtiſirten beynahe ganz ſchwarz, von der gemeinen zum Theil, von der Salpeterluft gleichförmig braun gefärbt, von letzterer und der dephlogiſtiſirten auch ein kleiner Theil eingeſogen worden. Von dieſer ward noch eine Menge hinzugethan, und dann alle Phiolen ein Jahr lang ſtehen gelaſſen, da denn die gemeine Luft ohngefähr um ¼ vermindert und durchaus phlogiſtiſirt, der Harn pommeranzenfarbig, doch nicht ſehr dunkel, die deſphlogiſtiſirte nicht vollkommen, aber doch faſt gänzlich phlogiſtiſirt, die Salpeterluft um die Hälfte vermindert, und bloße phlogiſtiſirte war; auch war der Harn ſchwarz gefärbt. Die entzündbare Luft war ohngefähr um den achten Theil ihres Volumens vermin-

dert worden, und nur noch ſchwach entzündbar, der Harn aber hatte eine ſehr bleiche Farbe. Die phlogiſtiſirte Luft allein war völlig unverändert geblieben, und der Harn hatte die nämliche helle Pommeranzenfarbe angenommen, als er von der gemeinen Luft geworden war. Wenn die Verminderung aller dieſer Luftarten vom Brennbaren abhinge, ſo könne man folgern, daß dieſes in der phlogiſtiſirten Luft feſter mit dem Grundtheile derſelben verbunden ſey, als in der Salpeter- und entzündbaren Luft, weil ſie nicht geſchickt ſey, mehreres anzunehmen, oder das einmal mit ihr vereinigte fahren zu laſſen. Die meiſte Schwierigkeit mache vielleicht die nämliche Veränderung der Farbe des Harns bey der Verminderung der dephlogiſtiſirten und Salpeterluft; ſollte ſolche hier, wie in einer Auflöſung des Kupferwaſſers, von dem aus der Salpeterluft abgeſchiedenen Brennbaren herrühren, wie ſolche denn bey der Verminderung der dephlogiſtiſirten Luft ſtatt finde, da dieſe der Aufnahme deſſelben aus dem Harne zuzuſchreiben ſey? Vielleicht habe das Brennbare gar keinen Antheil daran, ſondern beſondere, zur Zuſammenſetzung beyder Luftarten nöthige, und bey ihrer Zerlegung gefällte Theile.

Durch grobes Meerſalz, in Waſſer aufgelößt, ward an den Luftarten nicht viel Merkwürdiges bewirkt: nach 11 Tagen war es in der Phiole mit Salpeterluft dunkler geworden und ohngefähr $\frac{1}{10}$ der Luft eingeſogen. Nach einem Jahre war die Salpeterluft ohngefähr um die Hälfte vermindert, und ſo verändert, daß ſie mit gleich viel gemeiner Luft 1,4 betrug, die dephlogiſtiſirte etwas vermindert und verändert, die gemeine entzündbare und phlogiſtiſirte aber nicht merklich verändert. Hieraus erhelle ein ähnlicher Erfolg mit dem

dem vorhergehenden Verſuche, nur geringere Wirkung der Urſache der Verminderung. Da ferner Luft in einer zugeſchmolzenen gläſernen Röhre, in welcher Waſſer einige Monathe im Sandbade geſtanden habe, von dem Waſſer gar nicht verdorben ſey, ſo erhelle auch, daß reines Waſſer ſie weder in Dampf-, noch anderer Geſtalt, verderbe. Die Salpeterluft ſey unter den nämlichen Umſtänden auch unverändert geblieben.

13. **Ueber das Athemholen der Fiſche.** Durch Wiederholung der Verſuche fand Prieſtley die Schlüſſe beſtätigt, daß die Fiſche, welche in dem Waſſer, worin ſie leben, aufgelößt enthaltene Luft verderben. Briſtoler Waſſer, welches für ſich ohngefähr ſo gute, als gemeine Luft gab, lieferte, nachdem kleine Fiſche darin abgeſtorben waren, um $\frac{1}{3}$ wenigere und etwas ſchlechtere, als diejenige, in welcher ein Licht eben erlöſche, obgleich nicht vollkommene phlogiſtiſirte Luft, vielleicht weil die Austreibung und Unterſuchung ſpäter angeſtellt war, und das Waſſer eine Nacht über offen geſtanden hatte. In 3 Pinten gekochten Regenwaſſers ſtarben 9 kleine Fiſche zwiſchen der dritten und vierten Stunde; in eben ſo vielem Waſſer, das mit phlogiſtiſirter Luft durch Eiſenfeil und Schwefel ſchwach geſchwängert war, ſo wie auch in eben ſo vielem mit entzündbarer Luft geſchwängerten lebten 2 Fiſche beynahe 1 Stunde, mithin wie Landthiere in ſolchen Luftarten, nur länger. Im Waſſer, mit Salpeterluft geſchwängert, lebten ſie beynahe eine Viertelſtunde, ohne Zuckungen zu bekommen, wie vormals, vielleicht durch Salpeterſäure, von zerlegtem Salpeter.

14. **Ueber die Hervorbringung und Beſchaffenheit der dephlogiſtiſirten Luft.** Das leichteſte Mittel, eine dephlogiſtiſirte Luft darzuſtellen, war nach Prieſtley folgendes: daß man Mennige mit Salpetergeiſt anfeuchtete, und dieſe Vermiſchung alsdann in einem Flintenlaufe der Glühehitze ausſetzte. Jetzt glaubt er aber, daß Scheele's Verfahren, ſolche aus dem Salpeter allein durch Hitze zu erhalten, das wohlfeilſte ſey, vermittelſt deſſen er ſelbſt dieſe Luft zuerſt dargeſtellt habe, ohne jedoch zu wiſſen, von welcher Beſchaffenheit ſie ſey. Eine jede Unze Salpeter gab wenigſtens 100 Unzenmaaße ſehr reine dephlogiſtiſirte Luft.

Hiernächſt führt Prieſtley ſeine fernern Verſuche mit dem Alaune an, die Menge reiner Luft zu beſtimmen, welche er gebe. 1 Unze 5 Quentchen 36 Gran gebrannten Alaun gaben aus einer irdenen Retorte im Streichofen 100 Unzenmaaß Luft, von welcher ein kleiner Theil fixe, der Ueberreſt aber ſo rein war, daß 1 Maaß mit 2 Maaß Salpeterluft 1,0 betrug; das Waſſer, in welchem ſie aufgefangen war, war ſehr mit vitriolſaurer Luft geſchwängert, deren Brennbares Prieſtley für die Urſache der mindern Reinigkeit der aus dem Alaune erhaltenen Luft hält, welche ſonſt ſo am wohlfeilſten und beſten gewonnen werden würde. Der Alaun hatte hiebey 7 Quentchen 36 Gran verloren, von welchen Prieſtley 1 Quentchen 6 Gran für die 100 Unzenmaaße dephlogiſtiſirte Luft und $6\frac{1}{2}$ Quentchen für die Säure rechnet, mit welcher das Waſſer geſchwängert worden war. Ein anderes mal gab 1 Unze ſtark gebrannten Alauns 60 Unzenmaaß Luft, welche mit zweymal ſo viel Salpeterluft 1,4 gab; die hiebey entbundene fixe Luft hält Prieſtley für kaum begreiflich.

Prieſtley äußert ferner, daß man die rothe Farbe des Eiſenſafrans und des Queckſilberkalks als ein Merkmal ihrer Dephlogiſtiſirung anſehen könne; auch liefere die Auflöſung des Queckſilbers in Salpeterſäure nicht eher dephlogiſtiſirte Luft, als nachdem der rothe Niederſchlag völlig gebildet ſey; dann aber liefere ſie eben ſo viel, als das für ſich verkalkte Queckſilber. Die bey dieſem Verfahren erzeugte dephlogiſtiſirte Luft komme nicht aus der Atmoſphäre, ſondern ſey im Queckſilber und der Salpeterſäure zu ſuchen. Daß die Salpeterſäure in die Zuſammenſetzung der dephlogiſtiſirten Luft eingehe, beweiſe die Entbindung ſolcher Luft aus dem Salpeter allein, und die Nothwendigkeit einiger Erde der Verluſt der Schwere des aus dem rothen Niederſchlage wiederhergeſtellten Queckſilbers, der wenigſtens $\frac{1}{20}$ betrage. Die Erde mache indeß nur einen kleinen Theil der Luft aus, indem die dephlogiſtiſirte Luft ohngefähr aus 19 Theilen Säure und einem Theile Erde beſtehe.

Bey der plötzlichen Erzeugung aller Luftarten aus erdigen Materien habe er oft bemerkt, daß eine überflüſſige weiße Materie in dem kalten Waſſer, worin ſie aufgefangen ward, abgeſetzt worden ſey. Dieſe Erde ſcheine in der Luft, als ſie heiß war, aufgelößt geweſen zu ſeyn, da ſolche zu dieſer Zeit ganz durchſichtig geweſen, und erſt bey der Erkaltung trübe geworden ſey. Hierauf gründe ſich ſein Urtheil, daß eine Erde der eigentliche Grundtheil aller ſolcher Luftarten ſey. So müſſe bey jedem Wärmegrade, auch der Wärme der Atmoſphäre, einige aufgelößt bleiben, und vielleicht möge kein Grad der Kälte die Luft aller enthaltenen Erde berauben können; würde aber alle gefällt, ſo möchte bloß ein ſaurer Stoff nachbleiben,

der alsdann, wie jede andere ſaure Luft, unmittelbar vom Waſſer eingeſogen werden könnte. Uebrigens ſey dieſer mit der Luft vereinigte erdige Stoff immer das nämliche Weſen, aus welchem Stoffe auch die Luft ausgetrieben ſey, wie auch die zur Zuſammenſetzung der dephlogiſtiſirten Luft nothwendige Säure wahrſcheinlich beſtändig einerley Beſchaffenheit habe, und ſo möge denn auf ſolche Art eine wirklich urſprüngliche Erde, oder ein allen Erden und Metallkalken gemeinſchaftlicher erdiger Stoff dargeſtellt werden können, und die aus folgendem Verſuche etwas anſcheinenden Einwürfe bey beſtimmter Anwendung derſelben wegfallen. Das weiße Pulver nämlich, welches aus Mennige und Salpeterſäure gewonnen worden, und dephlogiſtiſirte Luft enthalten hatte, ſah grau aus, ward von der Salpeterſäure nicht, wenigſtens nicht unmittelbar angegriffen, dampfte in einer Glasröhre vor dem Blaſerohre, ſtieg zum Theil zu einem weißen Sublimate auf, und der Reſt ward ſchwarz; auf heißem Eiſen dampfte es auch und ward braun, von der Salzſäure ward es ſogleich nicht angegriffen, aber nach 12 Stunden ward ſie ſowohl von dem ſchwarzen, als von dem braunen Stoffe, Pommeranzenfarbig. Prieſtley hatte damals noch eine Menge weißer Materie vorräthig, die, wie er glaubte, bey der Darſtellung der dephlogiſtiſirten Luft aus dem rothen Niederſchlage geſammelt worden war. Der Salzgeiſt hatte keine merkliche Einwirkung auf ſie. Der Gewißheit wegen wollte Prieſtley jezt dergleichen von neuem ſammeln, und ſezte rothen Niederſchlag in einem Flintenlaufe einem doppelten Gebläſe aus, erhielt aber wider alles Vermuthen alle Luft durchſichtig, und verſchob daher die Bereitung eines friſchen weißen Stoffs auf eine andere Zeit. Bey dieſer Gelegenheit ſucht er Lavoiſier's

ſier's Meynung, daß die metalliſchen Kalke bey der Glühung die dephlogiſtiſirte Luft aus der Atmoſphäre anziehen, und daß folglich die der Hitze ausgeſetzten Kalke nur die Luft, die ſie vorher eingeſchluckt haben, von ſich geben, zu widerlegen; er meint, es berechtige uns nichts, anzunehmen, daß alle Materien, welche eine dephlogiſtiſirte Luft enthalten, dieſe vorher aus der Atmoſphäre in ſich geſchluckt haben. Denn die Veränderungen, welche das Queckſilber erleide, indeß es in den Zuſtand, eine ſolche Luft von ſich zu geben, übergehe, beſtänden darin, daß es ſein brennbares Weſen verliere, und einen ſauren Stoff annehme, welcher der vitrioliſchen und Salpeterſäure, wenn nicht auch noch andern ſauren Feuchtigkeiten, gemein zu ſeyn ſcheine. Dieſe Säure erhalte das Queckſilber, wie es ſcheine, zu derſelben Zeit aus der Atmoſphäre, wenn ſich der brennbare Theil deſſelben davon ſcheide. Da die Luft, nach Crawford's Meynung, wenn ſie ſich von ihrem Brennbaren trenne, den Stoff der Hitze erhalte, ſo könne man wohl fragen, ob Hitze und reine Säure, nach Scheele, von einer Beſchaffenheit ſeyn? Da jedoch dieſer Stoff der Hitze in keinem andern Falle eine Luftgeſtalt anzunehmen ſcheine und keine Schwere beſitze, ſo ſcheine vielmehr der Kalk bey der Trennung des Brennbaren zugleich zwey beſondere Weſen, den Stoff der Hitze (wenn Crawford's Lehre richtig ſey) und jene Säure, aus der Luft in ſich zu nehmen. Zum Beweiſe, daß das für ſich verkalkte Queckſilber in dephlogiſtiſirter Luft viel leichter, als in gemeiner, und in phlogiſtiſirter vielleicht gar nicht erhalten werde, führt Prieſtley ſodann Verſuche an. Er ſetzte nämlich gleiche Theile Queckſilber in 2 ähnlichen Glasröhren, von welchen die eine phlogiſtiſirte, und die andere dephlogiſtiſirte Luft ent-

hielt, und die ohngefähr $2\frac{1}{2}$ Fuß lang waren, und $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer hatten, übrigens nach oben zu etwas enger und zugeſchmolzen waren, einen Tag lang ins Sandbad; nach Endigung des Verſuchs fand er das Queckſilber in der Röhre, worin die dephlogiſtiſirte Luft war, völlig mit einem Ueberzug von Queckſilberniederſchlag bedeckt, da hingegen das Queckſilber in der andern Röhre nicht merklich verändert war. Nach 4 Tagen ſchien die erſtere Luft etwas verſchlimmert, letztere aber nicht verändert; die gemeine Luft hatte in 2 Tagen keinen Kalk gegeben. In einer Retorte, welche durch eine Röhre mit einem Gefäße voll dephlogiſtiſirter Luft in Verbindung ſtand, ward durch ein mehrtägiges Feuer doch keine ſo ſtarke Verminderung der Luft bewirkt, als Prieſtley erwartete. Bey dieſer Gelegenheit unterſuchte Prieſtley die im vorigen Bande angeführte, mit eiſernen Nägeln über Queckſilber aufbewahrte dephlogiſtiſirte Luft, und fand, daß ſie ſeit dem Jahre 1779. nicht weiter vermindert worden, ſonſt aber etwas ſchlechter, als zur Zeit der Einſchließung, beſchaffen, und die Nägel ſehr rein und nicht verroſtet waren.

15. Ueber das Einathmen der dephlogiſtiſirten Luft. Es hatten einige ſeiner Freunde über die Zuverläſſigkeit der Salpeterluft, als eines Prüfungsmittels der Heilſamkeit der einathmenden Luft überhaupt, und auch insbeſondere der dephlogiſtiſirten, einige Zweifel geäußert; allein Prieſtley bemerkt, daß nach ſeinen Beobachtungen die Probe mit der Salpeterluft immer zuverläſſig bleibe, und die Methode, die Reinigkeit der Luft und hiernach die Zeit, welche eine gegebene Menge derſelben zum Athmen zureiche, aus der Menge des zu ihrer Sättigung erforderli=

derlichen Brennbaren, oder, welches einerley ſey, der zu ihrer Veränderung in vollkommen phlogiſtiſirte Luft erforderlichen Salpeterluft zu beurtheilen, die natürlichſte ſey. Allein eine Maus werde länger in einer gegebenen Menge dephlogiſtiſirter Luft leben, als in einer Menge gemeiner Luft, welche eben ſo viel dephlogiſtiſirte enthalte, vielleicht, weil ſie nicht zu jeder Zeit gleich viel, ſondern zuletzt, wenn die Lebenskräfte matt werden, weniger Brennbares, als zu Anfange, von ſich gebe. In einem 2 Unzenmaaße haltenden Gefäße lebte eine Maus nie länger, als eine halbe Stunde, überhaupt nicht über 20 Minuten, aber in dephlogiſtiſirter, welche viermal ſo rein war, länger, als viermal ſo lang; nämlich in ſolcher, welche mit zweymal ſo viel Salpeterluft 0,55 zeigte, faſt 3 Stunden, und die Luft war ſo wenig phlogiſtiſirt, daß ſie noch beſſer wie gemeine war, indem ſie mit gleichen Theilen Salpeterluft 1,65 gab, ſo vielleicht von einiger Mattigkeit der Maus herrühren möge. Indeſſen müſſe man doch erwarten, daß dieß überhaupt mit allen Mäuſen, wenn ſie ſich in der nämlichen Lage befänden, der Fall ſeyn werde.

Fontana wollte entdeckt haben, daß vermöge einer Glasröhre durch Kalkwaſſer geathmete, mithin bey jedem Ausathmen gereinigte, dephlogiſtiſirte Luft wohl 30 mal länger, als ſonſt, zum Athmen geſchickt bleibe; und daß auf dieſe Art die für 1 Minute ſonſt erforderliche Menge Luft eine halbe Stunde lang eingeathmet werden könne, und mithin auch die Unkoſten 30 mal geringer ſeyn. Ingenhouß hatte dieſe Entdeckung bekannt gemacht, und zugleich auch angeführt, daß Fontana bemerkt habe, ein Thier, welches gemeine oder dephlogiſtiſirte Luft einathme, mache die-

ſelbe durch Mittheilung einer großen Menge fixer Luft, die in unſerm Körper erzeugt und durch die Lunge ausgeſondert werde, zum Athemholen untauglich. Dieſe fixe Luft werde, wenn man ſie mit gemeinem Waſſer zuſammenſchüttele, ſehr leicht davon verſchluckt; noch leichter aber erfolge dieß, wenn man ſich des Kalkwaſſers hierzu bediene. Allein Prieſtley wendet dagegen ein, daß man von der Methode, die dephlogiſtiſirte Luft durch Kalkwaſſer zu reinigen, gar keine Vortheile zu erwarten habe, und daß die Meynung von der Art, wie das Athmen die Luft verderbe, offenbar irrig ſey, indem die Fällung der fixen Luft nur das Athmen begleite, und die Phlogiſtiſirung der weſentliche Erfolg deſſelben ſey, daher die Luft auch bey Einſaugung der fixen wenig beſſer, als vor der Fällung derſelben werde. Indeſſen ſtellte Prieſtley ſelbſt Erfahrungen an. In $3\frac{1}{2}$ Unzenmaaß durch Kalkwaſſer eingeſchloſſener dephlogiſtiſirter Luft, welche mit zweymal ſo viel Salpeterluft 0,25 betrug, lebte eine Maus $3\frac{1}{2}$ Stunden, ward darin noch lebend herausgenommen, ſtarb aber gleich, und die Luft war noch nicht durch und durch phlogiſtiſirt, ſondern zeigte mit gleich viel Salpeterluft 1,35, und war alſo der vollkommenen Phlogiſtiſirung faſt eben ſo nahe, als zuvor, ohne angewandtes Kalkwaſſer. Noch mehr entſchied der Verſuch, da zwey gleich große Mäuſe in gleichen Mengen dephlogiſtiſirter Luft, welche mit 2 mal ſo viel Salpeterluft 0,24 wies, die eine durch gemeines, die andere durch Kalkwaſſer, eingeſchloſſen wurden; beyde lebten etwas über $2\frac{1}{2}$ Stunden, da denn die Luft über dem Kalkwaſſer in dem Verhältniſſe wie 9 zu $5\frac{1}{2}$, über dem gemeinen wie 9 zu $6\frac{3}{4}$, vermindert zu ſeyn ſchien, indem der Gradmeſſer bey erſterer 0,96, bey letzterer 0,98 zeigte; beyde

beyde holten zuletzt mit Beſchwerlichkeit Athem; übrigens ward das Kalkwaſſer, während des Verſuchs, etwas bewegt und alsdann friſches zugegoſſen, um die Einſaugung der fixen Luft zu befördern. Die Luft war alſo in beyden Fällen gleich vermindert und phlogiſtiſirt worden, und die anfänglich über dem Kalkwaſſer ſchneller erfolgende Verminderung hatte auf die Mäuſe keinen merklichen Einfluß, und war am folgenden Tage bey beyden, ſo wie die Reinigkeit, gleich. Uebrigens wollten die Mäuſe, bey dieſen und andern Verſuchen, in der dephlogiſtiſirten Luft nicht bis zur vollkommenen Phlogiſtiſirung derſelben leben, ob ſie gleich länger lebten, als in einer Menge gemeiner Luft, welche eben ſo viel dephlogiſtiſirte enthält; erſteres wagt Prieſtley kaum zu erklären, und empfiehlt darüber die Anſtellung neuer Unterſuchungen, da er verſäumt habe, in die nach dem Abſterben einer Maus rückſtändige aufs neue Mäuſe zu bringen.

16. Beobachtungen über die fixe Luft. Die meiſten ſalzigen Stoffe enthalten, nach Prieſtley's Meynung, mehr oder weniger fixe Luft, und es verdiene dieſe Menge unterſucht zu werden, ſo wie auch die Eigenſchaften des Rückſtands, der in manchen Fällen beträchtlich verſchieden ſey. Indeß könne die Veränderung, welche der Rückſtand erleide, größtentheils von der Beſchaffenheit des Waſſers, worin die Verſuche angeſtellt worden ſind, und welches mehr oder weniger Brennbares aus demſelben aufnehmen werde, abhängen. Vitrioliſirter Weinſtein und das Glauberiſche Wunderſalz enthielten fixe Luft; von erſterm enthielt die bey der Auflöſung entbundene und geſammelte Luft $\frac{1}{12}$ fixe, und der Rückſtand lieferte mit gleicher Menge Salpeterluft 1,3: die Auflöſung in abge-

abgekochtem Brunnenwaſſer gab keine fixe Luft, vermuthlich, weil ſie vom Waſſer verſchluckt war, und der Ueberreſt lieferte bey gedachter Probe 1,46; von einer abermaligen Auflöſung im Brunnenwaſſer enthielt die enthaltene Luft $\frac{1}{4}$ feſte, wovon das Waſſer auch viel enthielt, und der Rückſtand zeigte bey der Probe 1,44. Eine Menge Glauberiſches Salz, welches nach der Deſtillation der Salzſäure zurückgeblieben war, löſte Prieſtley ebenfalls auf, und bemerkte, daß die Luftart, welche außer der fixen entbunden worden war, eine merklich ſchlechtere Beſchaffenheit hatte, als die atmoſphäriſche. Alaun lieferte bey ſeiner Auflöſung auch Luft, welche ſehr wenig fixe enthielt, deren Rückſtand am Gradmeſſer 1,12 zeigte; ein anderes mal war der Rückſtand ſchlechter, obgleich beſſer, als die atmoſphäriſche Luft; bey der Fällung des Alauns durch Potaſche ward viel fixe Luft entbunden, der Rückſtand war etwas beſſer, wie gemeine Luft, und verhielt ſich zu ihr in Anſehung der Verminderung wie 1,2 zu 1,3, wenn beyde mit doppelten Mengen Salpeterluft gemiſcht wurden.

17. Ueber den Zuſtand der Luft im Waſſer. Die aus demſelben ausgetriebene Luft ſey ſeinen neuern Verſuchen zu Folge oft weit beſſer als gemeine geweſen. Brunnenwaſſer gab durch Kochen Luft, von welcher $\frac{1}{5}$ fixe war, und die übrige bey der Prüfung 1,5 zeigte; das nämliche, aber vorher gekocht, gab Luft, von welcher $\frac{1}{7}$ fixe war, und die übrige 1,4 gab; ein aus gläſernen Gefäßen deſtillirtes und der freyen Luft lange ausgeſetztes Waſſer gab Luft, welche wenige oder gar keine mephitiſche enthielt, und mit gleichen Theilen Salpeterluft 1,1 zeigte; Regenwaſſer, welches lange in einem Zober an freyer Luft geſtan-

geſtanden hatte, gab $\frac{1}{60}$ Luft, welche kaum mephitiſche enthielt, und bey der Prüfung 1,4 gab, welche Verderbniß vom Holze, oder etwas hineingefallenem, herrührt haben möge; nicht weit von der Quelle geſchöpftes Waſſer gab $\frac{1}{50}$ Luft, welche die möglichſt geringſte fixe enthielt, und der Reſt zeigte bey der Prüfung 1,05; Kalkwaſſer enthalte zuverläſſig keine fixe Luft, und habe ſo reine gegeben, daß der Gradmeſſer bey ihrer Prüfung 1,0 wies. Prieſtley iſt zu folgern geneigt, daß ſich die in dem nicht durch mephitiſche geſchwängerten und der Wirkung keines andern Körpers, als der Atmoſphäre, ausgeſetzt geweſenen Waſſer befindliche Luft ohngefähr eben ſo, wie die Luft des Kalkwaſſers verhalte, räth jedoch an, mehrere Beobachtungen anzuſtellen. Das Waſſer einer verſteinernden Quelle gab wider Vermuthen gar keine fixe Luft, und die Luft, welche es gab, war etwas ſchlechter, als gemeine, daß mithin die Hitze den in demſelben enthaltenen Kalkſtein nicht zerlegt habe; Brunnenwaſſer mit zerſtoßenem Kalkſteine gab an der Sonne in längerer Zeit, als einem Monathe, ſo reine Luft, daß ſie mit zweymal ſo viel Salpeterluft 1,4 zeigte. Briſtoler Waſſer, in welchem einige Fiſche geſtorben waren, und das eine vollkommen phlogiſtiſirte Luft von ſich gab, ward der Sonne eben ſo lange ausgeſetzt, und lieferte, während der Zeit, ſehr viel reine Luft, welche mit gleichen Mengen Salpeterluft 0,76, mit doppelten 1,18 zeigte, woraus Prieſtley zu folgern ſcheint, daß das Waſſer der Luft ſein Brennbares mittheile, und hierdurch auf einige Art gereinigt werde, ohne daß irgend ein darin wachſendes Gewächs daran Theil habe.

18. Beobachtungen über die Beſchaffenheit der Salpeterluft. 1. Ueber das in der Zuſammenſeʒung der Salpeterluft befindliche Waſſer. Es ſcheine einiges in dieſelbe einzugehen, weil ſie aus einem mit phlogiſtiſchen ſalpeterſauren Dämpfen geſchwängerten Waſſer in ſehr großer Menge dargeſtellt werde, indeſſen habe Prieſtley doch noch nie etwas Waſſer bey der Zerlegung derſelben entdecken können, ſondern bloß den, bey der Miſchung der Salpeterluft mit gemeiner oder dephlogiſtiſirter an den Wänden des Gefäßes herabrinnenden Salpetergeiſt, über Queckſilber aber gar keine Feuchtigkeit bemerkt, da es denn folglich in die Miſchung des entſtehenden Queckſilberſalpeters eingehen müßte. 2. Ueber die Salpeterluft, welche zuerſt entbunden werde, nebſt einer Unterſuchung, ob ſelbige von der ſpäter aus derſelben Maſſe erzeugten verſchieden ſey. Prieſtley vermuthete dieß ſelbſt bey der mit Kupfer oder Silber erzeugten Luft, wie es mit der durch Zinn und Zink erhaltenen der Fall ſey; allein er fand, daß die zuerſt erzeugte kleine Menge von Luft die gemeine eben ſo genau verminderte, als diejenige, welche nachher in Menge und geſchwind entbunden ward. 3. Ueber die Veränderungen, welche man in der mit Eiſen erzeugten Salpeterluft bemerke. Ohne Zweifel ſeyen die Eigenſchaften immer die nämlichen; man möge aber wohl phlogiſtiſirte Luft erhalten können, wenn ſie dem Eiſen ſo ausgeſeʒt werde, daß ſie es an ſehr vielen Stellen berühre, da ſie dann zerlegt werde, wozu jedoch eine beträchtliche Zeit gehöre; indeſſen habe er doch von Nägeln und mit Salpeterſäure, bis zur Fähigkeit, Salpeterluft zu entbinden, geſchwängertem Waſſer bald einige Luft, in welcher ein Licht erloſch, und hiernächſt aus dem Waſſer, durch die Siedhiʒe eine beträchtliche

Menge

Menge phlogiſtiſirter Luft erhalten; bey Anwendung mehrerer Salpeterſäure ſey eben nicht mehr Luft erhalten, die übrigens die gemeine Luft wenig vermindert und ein Licht in ihr habe brennen laſſen; es habe alſo die Salpeterluft, bevor ſie phlogiſtiſirt werde, die gewöhnliche Beſchaffenheit gehabt, und ſey in allen dieſen Fällen wohl zuerſt eigentliche Salpeterluft erzeugt, aber durch Hülfe des Eiſens, deſſen Wirkung ſie ausgeſezt geweſen, in eine Luftart, in welcher eine Kerze brennen konnte, und endlich in phlogiſtiſirte, in welcher ein Licht erloſch, verwandelt worden. 4. Ueber die Veränderung der Farbe der Feuchtigkeiten, mit welchen die Salpeterluft umgeben ſey. Er habe vormals bemerkt, daß die Aufloſung des grünen Vitriols von der Salpeterluft ſchwarz geworden ſey, und finde, daß dieſer Erfolg ein Merkmal der Gegenwart eiſenhaltiger Salpetertheilchen im Waſſer ſey; dieſe Veränderung müſſe durch das Brennbare derſelben verurſacht werden, weil die Salpeterſäure ſolche Wirkung nicht äußere. Eine Auflöſung des Kupfers in Salpeterſäure ſey ebenfalls verändert, jedoch ihre blaue Farbe nicht dunkeler, ſondern grüner geworden; die eingeſchloſſene ſie färbende Salpeterluft ſey einige Monathe hindurch verändert worden, bis zuletzt nur $\frac{2}{7}$ übrig blieben, und vollkommen phlogiſtiſirte Luft geweſen ſey. 5. Erweis, daß die mit Waſſer umgebene Salpeterluft keine Veränderung leide, wenn man ſie der Hitze im Sandbade ausſetze: nach mehreren Monathen ſey ihre Kraft, gemeine Luft zu vermindern, nicht geſchwächt geweſen. 6. Ueber die in der Salpeterluft durch ſehr langes Aufbewahren im Waſſer entſtandene Veränderung. Auf dieſe Art werde eine viel größere Menge derſelben, als durch Schütteln kurz nach der Entbindung, zuerſt zu phlo-

phlogiſtiſirter, und nachher durch Schütteln im Waſſer zu einer geſunden Luft. Aus Eiſen und Kupfer entbundene, ſeit dem Novemb. 1773. geſtandene, ſchon im erſten Bande erwähnte, Antheile Salpeterluft nahmen nun noch, erſtere $\frac{2}{3}$, letztere $\frac{1}{2}$, ihres vorigen Raums ein, wurden zwar durch Schütteln nicht vermindert, jedoch beträchtlich verbeſſert, ſo daß ſie mit gleichen Mengen Salpeterluft 1,75 zeigten, eine wichtige, von der Zeit abhangende, und bloß durch ſie bewirkte Veränderung.

19. **Ueber die Vermiſchung der Salpeterluft mit der gemeinen:** zur Erklärung einer Erſcheinung und Berichtigung eines Irrthums der Hrn. Fontana und Ingenhouß in Anſehung derſelben. Daß nämlich die Verminderung dabey größer ausgefallen ſey, wenn die in einem weiten Cylinder bewirkte Miſchung gleicher Theile derſelben in der langen Meßröhre ſchnell hinaufgelaſſen ward, als, wenn ſie langſamer ſtieg, und dieſer Unterſchied bisweilen 5 Hundertheile betragen habe, entſtehe von dem bisher unzerſetzten Antheile der Salpeterluft, der bey dem langſamen Durchgange durch ſo vieles Waſſer dem Einfluſſe deſſelben mehr ausgeſetzt worden ſey. So betrug durch faulende Fiſche durchaus phlogiſtiſirte Luft mit eben ſo viel Salpeterluft in einer in Grade abgetheilten Röhre, anſtatt 2 Maaß, nur 1,95, nach der Zurücklaſſung ins weite Gefäß nur 1,8, nach 10maligem Hin- und Hergehen nur 1,6, am folgenden Morgen, da ſie die ganze Nacht im Waſſer geſtanden hatte, nur 1,5, und nach 3maligem Meſſen nur 1,4 Maaß, und 2 hierauf aus dem weiten Cylinder in die abgetheilte Röhre gelaſſene Maaße Salpeterluft allein wurden ſogar in einem größern Ver-

hält-

hältniſſe, als gedachte Miſchung, vermindert. Zur Prüfung der Luſtarten habe er neulich gleiche Theile gewählt, und dieß Verhältniß vorgezogen, damit Brennbares genug zur vollkommenen Sättigung derſelben vorhanden ſeyn möge; das Richtigſte ſey, nicht mehrere anzuwenden als zur vollkommenen Zerlegung der zu unterſuchenden Luft nöthig ſey; allein dieſe Menge könne man erſt durch die Prüfung erfahren. Die Unbequemlichkeit der Wirkung des Waſſers auf die übrigbleibende Salpeterluft zu vermeiden, möge vielleicht das Beſte ſeyn, wenn die zu prüfende Luft ohngefähr wie gemeine beſchaffen ſey, etwas weniger, als gleiche Theile, jedoch mehr als die Hälfte Salpeterluft anzuwenden. Wenn nur der Durchgang durchs Waſſer eine Ungewißheit bewirke, ſo müſſe das Herumſchütteln, deſſen ſich Fontana bediene, noch mehrere veranlaſſen; unter die Vorzüge dieſer Methode gehöre auch der, daß es von keiner Bedeutung ſey, ob die Salpeterluft, die er anwende, gut oder ſchlecht ſey, d. i. ob ſie mehr oder weniger Kraft, die gemeine Luft zu vermindern, beſitze, oder ob mehr oder weniger bloß phlogiſtiſirte Luft mit derſelben vermiſcht ſey. Allein Fontana ſey hiebey getäuſcht worden. Er habe gefunden, daß bey dieſem Verfahren, wo nach und nach ſo viel Salpeterluft hinzugeſetzt werde, bis alle Verminderung aufhöre, und dann die nachbleibende von der Säure der Miſchung abgezogen und aus der Größe der Verminderung der Grad der Reinigkeit der geprüften beſtimmt werde, die Beſchaffenheit der Salpeterluft allenthalben von Einfluß geweſen ſey. Lange im Waſſer aufbewahrte und dadurch ſo geſchwächte Salpeterluft, daß ſie mit gleicher Menge gemeiner Luft 1,42 zeigte, und friſch bereitete, welche mit derſelben 1,29 gab, wurden, jede mit halb ſo

 viel

viel gemeiner Luft in einer Röhre gemiſcht, deren Abtheilungen $\frac{1}{13}$ Maaß betrugen; erſtere nahm deren 32, letztere 30 ein, welcher Unterſchied bey der Abziehung von einander, oder beyder Zahlen von einer andern gleichen Summe, z. B. von 39 = 3 . 13 bleibe, da nämlich die verſchwundenen Mengen 7 und 9 betragen werden. Wurden von jeder dieſer Salpeterluftarten 4 Maaß gegen 1 Maaß gemeiner Luft genommen, ſo fand zwiſchen den Ausſchlägen faſt die nämliche Verſchiedenheit ſtatt, und bey wiederholten Verſuchen, auch mit verſchiedenen Abänderungen, bewirkte die Verſchiedenheit der Salpeterluft allemal verſchiedene Ausſchläge. Wenn nun ferner Ingenhouß nach Fontana den Fall ſetze, daß von 2 durch 3 Maaß ſtarker Salpeterluft geſättigten Maaßen der zu unterſuchenden Luft die zurückbleibende Luftſäule 3 Maaß und 8 Grad, d. i. 308 Grad, und bey Abziehung derſelben 500 Grad, als der Summe der angewandten Luftmenge, 192 für die Menge der beyderſeits zerſtörten Luft übrig bleiben; wenn hingegen die Salpeterluft ſo ſchwach geweſen ſey, daß 6 Maaß zur Sättigung hätten angewandt werden müſſen, und alſo die rückſtändige Luftſäule 608 Grad betrage, nach Abziehung derſelben von 800 Grad, als der Summe der verbrauchten Luft, ebenfalls genau 192 zerſtört ſeyn, und folglich in beyden Fällen die eigenthümliche Reinigkeit der Luft genau beſtimmt, zu und ſolcher ſchlechter Salpeterluft nur eine längere Röhre nöthig ſey; ſo bemerkt Prieſtley dagegen, daß, wenn 3 Maaß Salpeterluft, ſo 500 Grade der abgetheilten Röhre auf 308 Grade vermindert hatten, zur Bewirkung der größten Verminderung hinlänglich geweſen wären, 3 gleiche Theile mehr eine größere Verſchiedenheit, als zwiſchen 608 und 800, hätten verurſachen müſſen,

oder der Zuſatz einer größern Menge der Salpeterluft, der Vorausſetzung zuwider, keine Veränderung hätte bewirken können. Hieraus folge ferner, daß, wenn die zu unterſuchende Luft vorher nicht vollkommen vermindert geweſen wäre, und mithin durch die 3 zugeſetzten Maaße eine fernere Verminderung hätte hervorgebracht werden können, die zurückgebliebene Menge weniger, als 608 Grade der Röhre, betragen haben müßte. Endlich ſey ſelbſt Fontana's Weiſe außerordentlich mühſam und verdrießlich, und verdiene daher keinen Vorzug vor der in der Einleitung des erſten Bandes angeführten einfachen und leichten Methode. Das Schleifen der innern Maaßröhre mit Schmirgel, nach Fontana's Vorſchrift, beuge dem Anhängen des Waſſers, nach Herrn Falconer's Belehrung, nicht vor.

20. Ueber die Erzeugung einer Salpeterluft, in welcher eine Kerze brennt. Nachdem Prieſtley einſtmals, bey einer unterbrochenen Arbeit mit einer Auflöſung des Zinks in Salpeterſäure, entdeckt habe, daß dieſe Luft immer zwiſchen der phlogiſtiſirten und dephlogiſtiſirten zum Vorſchein kam, ſo habe er angenommen, daß ſie weniger Brennbares, als die dephlogiſtiſirte, enthalte. Ueberhaupt ſey er geneigt, ſie wegen einiger Eigenſchaften mit der dephlogiſtiſirten Luft, dephlogiſtiſirte Salpeterluft zu nennen; ſonſt müſſe man ſeinen Verſuchen zu Folge vielmehr ſagen, ſie beſtehe aus in Salpeter= oder dephlogiſtiſirter Luft dephlogiſtiſirten Salpeterdämpfen, welche mittelſt des ſie einſaugenden Waſſers wieder abgeſchieden werden können. Uebrigens dürfe man ſich nicht wundern, daß er ſie anfänglich wegen ihrer Gewinnung durch phlogiſtiſche Verfahrungsarten phlogiſti=

giſtiſirte, oder, wegen der ſich in ihr ausbreitenden Flamme des Lichts, entzündbare Salpeterluft genannt habe. Sonſt erhelle, aus der mit der fixen Luft beynahe gleich geſchwinden, obgleich nicht ſo häufigen, Einſaugung durch Schütteln im Waſſer und Umänderung in phlogiſtiſirte Luft, daß der zur Reinigung mit mit dem Brennbaren geſchickte Stoff dem Waſſer ſehr verwandt, und daher ſich von der übrigen mit ihm verbundenen Luft völlig zu trennen im Stande ſey; doch ſey ſie keine fixe Luft, weil ſie das Kalkwaſſer nicht trübe mache und ein brennendes Licht nicht auslöſche. Vergeblich habe er, außer der Sättigung des Waſſers mit ihr und ihrer nachherigen Austreibung durch Hitze, eine Menge derſelben völlig rein, ohne Vermiſchung mit Salpeter- oder phlogiſtiſirter Luft, zu erhalten geſucht. Neuere Verſuche über dieſen Gegenſtand ſind folgende: Weiße Oelfarbe verminderte dieſe Luft in 2 Monathen um $\frac{1}{5}$, und ſchwächte ihre Kraft, gemeine Luft zu vermindern, ſo, daß ſie mit gleichen Theilen derſelben 1,48 und hiernächſt nach 1 Monath 1,55 zeigte; aber noch brannte kein Licht in ihr, indeſſen meint Prieſtley, daß vielleicht der rechte Zeitpunkt verfehlt ſey. Eine Miſchung entzündbarer und Salpeterluft, in verſchiedenen Verhältniſſen, habe nie ſolche Luft gegeben; ſie habe zwar mit Hülfe gemeiner Luft im Halſe der Phiole mit einer grünen oder gelben Flamme gebrannt, allein dieſer Erfolg ſey dem Brennen eines Lichts in jener, ohne Beyhülfe der gemeinen Luft, ſehr unähnlich. Auch viele Monathe aufbewahrt gab dergleichen Miſchung keine ſolche Luft, ſelbſt nicht, wenn Sumpfluft dazu genommen ward; alle dieſe Miſchungen wurden ſo vermindert, als ob ſie bloß aus Salpeterluft beſtanden hätten, und zeigten alſo in Anſehung der Wirkung keine Verſchieden-

heit

heit von den Verſuchen, wo viel phlogiſtiſirte Luft in die Miſchung gebracht war. Endlich erhielt ſie Prieſtley bey der Fällung des Kupfers durchs Eiſen aus der Salpeterſäure; eine oft zur Verminderung der Salpeterluft angewandte mit Nägeln gefüllte Phiole ward mit verdünnter Kupferauflöſung eine Nacht hingeſtellt, hierauf die Feuchtigkeit von der Salpeterluft geſchieden, und in ohngefähr 2 Stunden die ganze Menge um die Hälfte vermindert, in dem Ueberreſte aber brannte eine Kerze mit einer ſich ausbreitenden Flamme; als nun wieder Kupferauflöſung in die Phiole gegoſſen und umgekehrt hingeſtellt ward, fand ſich ſelbige am folgenden Morgen mit einer Luft angefüllt, in welcher ein Licht ganz natürlich brannte. So laſſe ſich ſehr viele dergleichen Luftart, ohne Veränderung des Eiſens, oder der Kupferauflöſung, erhalten. Ein mit Eiſendrath und verdünnter Kupferauflöſung verkehrt in ein mit derſelben Auflöſung angefülltes Becken geſtellter Cylinder, der ohngefähr 1½ Pinten enthielt, ſey wenigſtens 2 Wochen hinter einander täglich mit ſolcher Luft angefüllt worden; in der zuletzt entbundenen brannte ein Licht noch, nicht nur natürlich, ſondern ſehr lebhaft; blieb ſie aber mit gedachten Materialien lange im Cylinder ſtehen, ſo ward ſie phlogiſtiſirt, welches Prieſtley einer Einſaugung des dephlogiſtiſirten Dampfs vom Waſſer, oder Sättigung mit Brennbarem, zuſchreibt. Dieſe, oft zur Verminderung der Salpeterluft gebrauchte Phiole mit Nägeln gab, mit bloßem Waſſer angefüllt, phlogiſtiſirte Luft; um aber viel zu erhalten, mußte man ſie der Wärme des Feuers ausſetzen; wahrſcheinlich habe ſich einige Salpeterluft mit dem Roſte der Nägel vermiſcht, und auf das Metall zu wirken fortgefahren, da denn die entbundene Salpeter-

luft geweſen, in der Folge aber zu phlogiſtiſirter geworden ſey.

21. Von der Beſchaffenheit der dephlogiſtiſirten Salpeterluft. Mannichmal beſitze ſie die Kraft, die gemeine Luft faſt eben ſo ſehr zu vermindern, als die friſch bereitete Salpeterluft, mannichmal aber ſey ſie dazu völlig ungeſchickt; vieler Bemühungen ungeachtet ſey Prieſtley dennoch nicht fähig geweſen, im voraus zu beſtimmen, ob ſie es thun würde, oder nicht. Dieſer dephlogiſtiſirte Salpeterdampf ſey nämlich von der beygemiſchten Salpeter- oder phlogiſtiſirten Luft ganz verſchieden, und entſtehe, indem 1 Theil der Salpeterſäure von dem Brennbaren der Salpeterluft getrennt und ſo verändert werde; mit der Zeit aber werde alle Salpeterluft zerlegt, da denn die ſtärkſten Merkmale einer dephlogiſtiſirten Luft gegenwärtig ſeyen, und eine Kerze mit einer lebhaften Flamme in ihr brenne; hierauf werde der dephlogiſtiſirte Salpeterdampf entweder vom Waſſer eingeſchluckt, oder vereinige ſich mit dem Brennbaren zur phlogiſtiſirten Luft, und wenn auf ſolche Art alle Salpeterluft ihr Brennbares verloren habe, ſo beſitze ſie nicht mehr die Kraft, die gemeine anzuziehen, und nach der Einſaugung, oder Sättigung jenes Dampfs, nehme das Verhältniß der phlogiſtiſirten Luft zu, bis ſie endlich von ihm nichts mehr enthalte. Die Verſuche, aus welchen er dieſe Theorie gezogen hatte, ſind folgende: Zink, in ſtarker Salpeterſäure aufgelößt, gab einmal viel Luft, in der eine Kerze lebhaft brannte, und welche auf die gemeine Luft nicht ſtark wirkte, ein anderesmal eine ſtarke ſalpeterartige; dem Eiſen ausgeſetzte und um $\frac{1}{5}$ verminderte Salpeterluft ließ eine Kerze mit einer hellen Flamme brennen, und mochte die gemeine ver-

vermindert haben, welches ſie aber bey ſpäterer Prüfung nicht that, noch von der Salpeterluft vermindert ward. 2 Dem Eiſen ausgeſetzte Antheile Salpeterluft waren nach 8 Tagen um die Hälfte vermindert, ließen eine Kerze lebhaft brennen, und verminderten gemeine Luft nicht; ein anderer Antheil veränderte ſie unter ſonſt gleichen Umſtänden ſehr wenig. Dagegen verminderte ſie zum Theil eine von einer Auflöſung des Zinns geſammelte Salpeterluft; eine Menge dephlogiſtiſirte Salpeterluft, deren Bereitung nicht erinnerlich war, in welcher ein Licht mit einer hellen Flamme und blauem Scheine brannte, verminderte gemeine Luft faſt ſo ſehr, als friſch bereitete Salpeterluft; nach einem Aufenthalte einer Nacht, über Waſſer, war $\frac{1}{4}$ eingeſogen, ein Licht brannte noch ſo, als in der gemeinen Luft, und ſie verminderte die gemeine Luft noch eben ſo ſehr; allein nach ohngefähr 12 Stunden löſchte ſie ein Licht aus, und äußerte dann auch auf gemeine Luft keine ſo ſtarke Wirkung mehr. Eine andere Menge ähnlicher Luft, welche mit gemeiner Luft 1,26 betrug, verlor über Waſſer in einem Tage $\frac{1}{3}$, ohne eine Veränderung, in Anſehung des Brennens eines Lichts, und zeigte dann 1,24, in 3 Tagen die Hälfte, in 4 Tagen noch $\frac{1}{5}$, löſchte beyde male ein Licht aus, und zeigte mit gemeiner Luft 1,34; eine andere, welche am Gradmeſſer 1,28 zeigte, verlor in einem Tage $\frac{1}{6}$, löſchte eben ein Licht aus, und zeigte nun mit gemeiner Luft 1,3. Eine Miſchung ſolcher dephlogiſtiſirten Salpeterluft mit entzündbarer fing eben ſo heftig Feuer, als wenn dephlogiſtiſirte Luft an ihrer Stelle zur entzündbaren geſetzt worden wäre. Ein Gemenge von Eiſenfeil und Schwefel verminderte ſie wenig, aber ein Licht erloſch nun in ihr, und darauf ward ſie durch Schütteln mit Waſſer wenig vermindert. Eine

Menge ſolcher Luft, in welcher ein Licht mit einer großen hellen Flamme brannte, zeigte, nach beygemiſchter Salpeterluft, ſie breiter, und einen bläulichen Schein um ſie herum, welcher alſo von letzterer herrühre. Eine Menge Salpeterluft, über Eiſen gehalten, ward bey einer Verminderung um $\frac{1}{10}$ nicht merklich verändert, bey einer ſtärkern immer ſchwächer, allmählig zu dephlogiſtiſirter Salpeterluft, und endlich zu phlogiſtiſirter Luft. Von deſtillirtem Waſſer eingeſogene und durch Hitze wieder ausgetriebene dephlogiſtiſirte Salpeterluft war dadurch nicht beſſer geworden, von friſcher Salpeterluft nicht vermindert, und ließ eine Kerze, wie vorher, brennen; aber 9 Tage ſpäter aus ſolchem in einer halb mit gemeiner Luft gefüllten und mit einem eingeriebenen Stöpſel verſehenen Phiole aufbewahrten Waſſer ausgetriebene Luft betrug weniger, ward aber von der Salpeterluft eben ſo ſehr, als gemeine, vermindert, und war folglich durch den Aufenthalt im Waſſer, wahrſcheinlich auch durch die Wirkung der über ihr befindlichen Luft, ſehr verändert worden. Schnelles Schütteln mit deſtillirtem Waſſer und gleich darauf folgendes Austreiben veränderte die dephlogiſtiſirte Salpeterluft nicht; für ſich allein in Phiolen mit eingeriebenen Stöpſeln verſchiedene Monathe aufbewahrte Antheile ließen eine Kerze mit einer hellen ſich ausbreitenden Flamme brennen; der eine ward durch Schütteln mit Waſſer, um die Hälfte vermindert, und der Reſt zeigte mit gleich viel gemeiner Luft 1,66; der andere löſchte ein Licht aus, als er ohne Herumſchwenken im Waſſer um $\frac{1}{10}$ abgenommen hatte; Waſſer, das über Queckſilber ſtand, hatte nicht viel eingeſogen, und über Queckſilber ward aus Eiſen durch verdünnte Kupferauflöſung im Salpeterſauren erhaltene in 9 Monathen nicht geändert.

End=

Endlich habe in der vermiſchten (im 2ten Bande gedachten) aus Salpeterſäure und Terpentinöl gewonnenen Luftart, ohne und mit laugenſalziger (wobey eine weiße Wolke und Verminderung erfolgt ſey), ein Licht gebrannt, und ſolche ohne Zweifel einige dephlogiſtiſirte Salpeterluſt enthalten; die weiße Wolke müſſe aber von einer beygemiſchten fixen Luft hergerührt haben, weil bey wiederholter Miſchung aus Eiſen und Kupferauflöſung in Salpeterſäure bereiteter von feſter Luft freyer dephlogiſtiſirter Salpeterluſt mit laugenſalziger keine Wolke entſtanden, und über Queckſilber keine Verminderung erfolgt ſey. Waſſer habe aber die laugenſalzige Luft eingeſogen, und dann im Ueberreſte ein Licht genau ſo, wie zuvor, gebrannt, welche Erfahrung beweiſe, daß die Säure in der dephlogiſtiſirten Salpeterluſt mit irgend einem andern Stoffe verbunden ſey, wie denn auch durch Lakmustinktur blau gefärbtes Waſſer in Anſehung ſeiner Farbe nicht verändert ſey, ob es gleich einen Theil derſelben eingeſogen habe.

22. Ueber die Erzeugung der entzündbaren Luft aus der laugenſalzigen mittelſt des elektriſchen Funkens. Sie ſey ſehr ſchwer zu erklären, denn hiebey werde die laugenſalzige Luft vom Waſſer völlig, die in oder aus ihr erzeugte entzündbare aber gar nicht eingeſogen. Die Hauptfrage ſey, woher das Brennbare, als ein Hauptbeſtandtheil der letztern, komme? Etwas beſitze die laugenartige Luft, und die nach ſeiner gewöhnlichen Art bereitete ſey ſelbſt zum Theil, nur nicht ſo ſtark entzündbar, als die vermittelſt derſelben dargeſtellte, welche auch mehr betrage; es möge alſo vom elektriſchen Stoffe herrühren, und ſeinen Grundtheil der laugenartigen

artigen Luft verdanken. Denn wenn ſchon die entzündbare Luft ſich am meiſten dem Zuſtande des reinſten brennbaren Weſens irgend einer Subſtanz, das wir kennten, nähere, ſo ſey ſie doch ohne Zweifel aus dem entzündbaren Stoffe und irgend einem andern Körper zuſammengeſezt, und die Erfahrung, daß ſich die laugenartige Luft durch den elektriſchen Funken in entzündbare verwandele, könne vielleicht zu erkennen geben, daß dieſe Grundlage, deren wahre Beſchaffenheit wir noch nicht kennten, von alkaliniſcher Natur ſey; denn wenn man den elektriſchen Funken in irgend eine ſaure Luſtart wirken laſſe, ſo bemerke man keinen ſolchen Erfolg. Dieſe Erfahrung veranlaſſe uns auch vielleicht, zu glauben, daß der Brennſtoff mehr Aehnlichkeit mit Säuren als mit Laugenſalzen habe, ſo daß er ſich deßwegen lieber mit dieſen, z. B. mit den Erden der Metalle u. ſ. w. weniger gern, als mit jenen, verbinde. Neuere Verſuche über die Menge entzündbarer Luft, welche aus einer gegebenen Menge laugenſalziger dargeſtellt werden könne, lehren, da ſolche Erzeugung ihre Grenze habe, daß leztere einen weſentlichen Beſtandtheil der erſtern darreiche, und dieſe nicht ganz vom elektriſchen Stoffe herrühre. Prieſtley habe nämlich eine Menge laugenartiger Luft in einer walzenförmigen Glasröhre mit Queckſilber eingeſchloſſen, ihren Raum ſorgfältig angemerkt, den elektriſchen Schlag hingeleitet, bis die Luftmenge nicht mehr zugenommen habe, und ſie dann um dreymal größer und höchſt entzündbar gefunden, woraus man folgern möchte, daß das von dem elektriſchen Stoffe mitgetheilte Brennbare $\frac{2}{3}$ und der laugenſalzige Grundſtoff $\frac{1}{3}$ des Volumens der entzündbaren Luft ausmache, in Anſehung der Schwere gedachter Stoffe aber nichts folge, ja das Brennbare vielleicht keine

haben

haben könne, ob es gleich den laugenſalzigen Grundſtoff zur Einnahme eines größern Raums geſchickt mache.

Um ferner zu entſcheiden, ob nach geendigtem Verfahren nicht noch unveränderte vom Waſſer einſaugbare laugenartige Luft übrig bleibe, habe Prieſtley in $\frac{1}{3}$ Unzenmaaß derſelben elektriſche Funken ſchlagen laſſen, bis er ein völliges Unzenmaaß erhalten habe, dann Waſſer hinzugethan, und nicht die geringſte Einſaugung bemerkt. Nach der vermittelſt der Flamme eines Lichts bewirkten Explosion dieſer Luft habe er an der Oeffnung des Gefäßes deutlich einen laugenſalzigen Geruch geſpürt, daß ſich mithin das flüchtige Laugenſalz nicht vollkommen mit dieſer Luft vereinigt habe, ob wohl ſo viel von ſelbigem mit ihr in Verbindung eingegangen ſey, daß das Waſſer nichts habe einſaugen können, als welches mit der Luft durch Queckſilber eingeſchloſſen geweſen ſey, und in 2 Tagen bey öfterm Schütteln, ohngeachtet es wenig geweſen ſey, doch nicht merkbar laugenſalzig gerochen habe.

Dieſe Theorie über die Beſchaffenheit der entzündbaren Luft begünſtige zugleich ſeine ehemalige Behauptung, daß ein Theil des Metallkalks, aus welchen entzündbare Luft erzeugt worden, in ihre Miſchung eingehe, und ihr eigentlicher Grundtheil ſey, indem die Kalke wirklich einige Eigenſchaften der Metallkalke beſitzen; ferner beweiſe dieſe Erfahrung die Verwandlung eines laugenhaften Stoffs in den andern, oder vielmehr aller in eine natürliche Luftart, ſo wie die Vitriol- und Salpeterſäure in der dephlogiſtiſirten Luft nicht unterſchieden werden können. Da übrigens die entzündbare Luft immer gleiche Eigenſchaften beſitze, aus welchem Metalle ſie, durch dieſe oder

jene

jene Säure, oder aus der laugenartigen Luft durch den elektriſchen Funken dargeſtellt ſey, ſo ſey es kaum glaublich, daß ihre Miſchung nicht immer die nämliche ſey, und ſich eine merkliche Verſchiedenheit unter derſelben finden ſollte, indeſſen gehöre zur Ueberzeugung die eben nicht unmöglich ſcheinende Erreichung einer wirklichen Zerlegung einer Luftart und Sammlung ihrer getrennten Beſtandtheile.

Endlich frägt Prieſtley, ob dieſe Verſuche nicht argwöhnen laſſen, daß die Entzündbarkeit der laugenartigen Luft nicht vom Laugenſalze ſelbſt, ſondern dem, zufällig den Stoffen, aus welchen ſie ausgetrieben ſey, anhangenden Brennbaren herrühre, welches mit ihr, als dem Grundtheile, ein entzündbares Gas bilde, und daß das freygemachte Brennbare bey andern Verfahrungsarten die nämlichen Wirkungen in der laugenſalzigen Luft hervorbringen werde?

23. Verſuche, welche die große Flüchtigkeit des Queckſilbers erweiſen. Bald nach Entdeckung der vitriolſauren Luft bemerkte Prieſtley, daß beym Durchgange des elektriſchen Funkens durch ſie, ein von dem Queckſilber des einen Schenkels der ſie umſchließenden Glasröhre zu dem Queckſilber des andern, ſich gleich eine ſchwarze Rinde anſetzte, und bey mehrern Schlägen zunahm, welches er damals der vitriolſauren Luft, und zwar ihr allein, zuſchrieb, weil in eben ſo eingeſchloſſener ſalzſaurer Luft keine Rinde entſtand. Allein Prieſtley bemerkte ſie auch in gemeiner Luft, und mußte ſie alſo dem Queckſilber zuſchreiben, zu welchem ſie auch im Feuer ward. Dieſer ſchwarze Stoff entſtand auch, wenn der elektriſche Funke zwiſchen 2 eiſernen Dräthen $\frac{1}{2}$ Zoll über der Oberfläche des Queckſilbers in vitriolſaure oder gemeine

meine Luft geleitet ward; bey einer beträchtlichen Entfernung blieb er endlich in letzterer aus, aber in der vitriolſauren ward er in der Entfernung mehrerer Zolle, ja ſogar dreyer Füße, über der Oberfläche des Queckſilbers durch den elektriſchen Funken erzeugt, daß das Queckſilber alſo in den ganzen von der vitriolſauren Luft eingenommenen Raum vertheilt geweſen ſeyn müſſe, und zwar ſehr bald, weil die Funken gleich nach der Zurichtung der Röhre zugelaſſen waren. Ward die vitriolſaure Luft aber durch Waſſer, wenn gleich dieſes wieder durch Queckſilber, eingeſchloſſen, ſo blieb der ſchwarze Stoff aus. Dieſer beſtehe alſo aus einem mit Brennbarem überſättigten Queckſilber, welches Brennbare aus dem elektriſchen Stoffe bey Schlagung des Funkens in gemeiner, vorzüglich aber in der vitriolſauren Luft, welche Brennbares im Ueberfluſſe enthalte, entbunden werde. Dieſer ſchwarze Stoff ward aber durch Schütteln im Waſſer nicht wieder zu laufendem Queckſilber, und ſchien alſo eine Aehnlichkeit mit dem mineraliſchen Mohre zu haben, weil die vitriolſaure Luft unter gewiſſen Umſtänden in Schwefel verwandelt ward, gab aber auf heißem Eiſen keine blaue Flamme, und mußte mithin ſehr wenig Schwefel enthalten. Da endlich Queckſilber in einer engen, in eine Phiole mit ſtarker Vitriolſäure und Kupfer gehenden Glasröhre durch die erzeugte vitriolſaure Luft nicht abnahm, ſo ſchließt Prieſtley, daß das Queckſilber von der vitriolſauren Luft nicht eigentlich aufgelößt werde, ſondern eine eigentliche Ausdünſtung deſſelben angenommen werden müſſe.

24. Ueber die Gegenwart der Salpeterſäure in den Metallkalken. Prieſtley hatte ſchon zuvor aus verdünnten Kupfer- und Queckſilber-

ſilberauflöſungen in Salpeterſäure durch anhaltende Hitze Kryſtalle erhalten, welche an der Luft nicht zerfloſſen, erhielt aber nachher einen ſolchen ſalzigen Körper in kürzerer Zeit aus Eiſen, welches in einem Tage durch ſtarke Erhitzung im Sandbade, in einer zugeſchmolzenen Glasröhre, aus ſeiner verdünnten Auflöſung, kalkförmig, aber ſehr ſcharf ſchmeckend, niederfiel, da denn die Säure ungefärbt ward, und wieder Eiſen auflöſen konnte. Kupferauflöſung erfordere eine längere fortgeſetzte Hitze; denn binnen ohngefähr einer Woche bildeten ſich noch weit mehr Kryſtalle in derſelben, ſo daß die Feuchtigkeit gleich darauf, als ſie aus der Röhre gegoſſen worden war, einem Teige ähnlich zu ſeyn ſchien. Als aber die Maſſe mittelſt der Hitze in der freyen Luft aufgelößt und dann getrocknet worden war, ſo ſtellte ſie ein vollkommen zerfließbares Salz dar.

Fabroni habe ihn belehrt, daß der Zinnkalk den Salpetergeiſt dephlogiſtiſirte und entfärbte; Prieſtley fand dieß richtig, aber auch zugleich, daß die Säure mit der Farbe alle Stärke verlor, auch andere Metalle und Erden, bey dieſer Behandlung, eine ſehr ſtarke Verwandtſchaft zur Salpeterſäure hatten, und mit ihr und ihrem wenigen Waſſer feſt zuſammenhingen und einen ganz trockenen Stoff gaben, deſſen Feuchtigkeit ſich jedoch durch Hitze entdecken ließ. Zu dieſen Salpeterſäure enthaltenden Kalken gehöre auch die, ſonſt durch Sättigung der rothen mit Salpeterdämpfen bereitete weiße Mennige, und überhaupt nehmen alle von ihm unterſuchte Metallkalke bey ſolcher Sättigung eine weiße Farbe an. Jetzt bereite er alle dieſe Salpeterſäure enthaltenden Kalke mittelſt einer einfachen Deſtillation ſchwacher geſättigter Auflöſungen

irgend

irgend eines Metalls, wobey der größte Theil des Waſſers abdunſte, und die Säure vereinige ſich zugleich mit einem kleinen Theil Waſſer genau mit dem Kalke des Metalls; dieſer werde alsdann in der Geſtalt eines weißen Pulvers mit allem Brennbaren des Metalls gefällt, und könne weder in dem nämlichen Auflöſungsmittel, noch im Waſſer wieder aufgelößt werden. So ſey der Erfolg wenigſtens beym Kupfer; Zinn habe bey einem, wenn nicht gleichen, doch ähnlichen Verfahren keine verſchiedenen Erſcheinungen gezeigt: andere Metalle mögen wahrſcheinlich manche und beträchtliche Verſchiedenheiten zeigen. So ging von geſättigter, von Bereitung der Salpeterluft rückſtändiger etwa $\frac{1}{20}$ ſtarke Salpeterſäure, gegen $\frac{18}{20}$ Waſſerhaltender Kupferauflöſung eine durchſichtige, beynahe geſchmackloſe, Feuchtigkeit über, und fiel ununterbrochen ein weißer Stoff nieder, welcher abgetrocknet ein weißes Pulver blieb, in der Hitze häufige rothe Dämpfe und wenige Feuchtigkeit gab, und alle Erſcheinungen der weißen Mennige und des durch Abziehen der Salpeterſäure über Zinnkalk und Zinn erhaltenen Stoffs zeigte. Ferner löſte Prieſtley 2 Quentchen 48 Gran Bley in mit ohngefähr eben ſo vielem Waſſer verſetztem Salpetergeiſte auf, erhielt wenige Luft und ein weißes mit weniger Feuchtigkeit bedecktes pulverartiges Ueberbleibſel, ſo im Waſſer auflößbar war, im Feuer mit der Feuchtigkeit floß, und nach deren Verdunſtung 24 Gran, vermuthlich von angezogener Säure und Waſſer, zugenommen hatte, dennoch von den vorhergehenden Kalken nicht verſchieden war und in der Hitze einen, aber dem Anſcheine nach ſehr waſſerreichen rothen Dampf gab.

Nunmehr ſetzte Prieſtley auf ſolche Art aus Bley, Zink, Kupfer und Zinn erhaltene weiße Kalke in gläſernen Röhren der Wirkung der Flamme eines Lichts vor dem Blaſerohre aus; ſie gaben alle rothe Dämpfe, welche nach Zuſchmelzung der Röhren in einigen Tagen von allen, doch langſamer vom Bleykalke, als vom Kupfer- und Zinnkalke, wieder eingeſogen wurden, und wenn man alſo den Theil der Röhre, in welchem der Kalk befindlich ſey, abſchmelze, ſey dieß die leichteſte Art, Röhren mit dem rothen Dampfe zu füllen, durch deren Unterlaſſung zuvor ein Verſehen begangen worden ſey, jedoch der eingeſogene Dampf durch Hitze wieder ausgetrieben werden könne.

25. Ueber die Miſchung der Vitriol- und Salpeterſäure. Der bey der Miſchung derſelben niederfallende weiße Stoff ſey von der Salzſäure aufgelößt worden, habe ſie gelb gefärbt, und ſcheine mit dem bey der Deſtillirung der Vitriolſäure rückſtändigen einerley zu ſeyn. Die Salpeterſäure werde dabey ſo flüchtig, daß ſie ganz davon gehe; eine Miſchung aus gleichen Theilen hatte nach 4 Monathen den Stöpſel der ſie enthaltenden Phiole herausgetrieben, und war nun reine Vitriolſäure, gab wenigſtens bey der Auflöſung des Eiſens, ſelbſt anfänglich, nur entzündbare Luft, ohne beygemiſchte Salpeterluft; eben ſo verhielt ſich auch eine andere 4 Wochen in einer nicht verſchloſſenen Phiole aufbewahrte Miſchung. Die Kryſtalle der mit ſalpeterſaurem Dampfe geſchwängerten Vitriolſäure zerfloſſen an freyer Luft, nahmen dabey doppelt am Maaße zu, und gaben bey der Auflöſung des Eiſens auch bloße entzündbare Luft.

Noch ſchneller entwich die Salpeterſäure, wenn die Miſchung der Salpeterluft ausgeſetzt war, indem ſie dadurch phlogiſtiſirt und außerordentlich flüchtig ward. Die Salpeterluft ward eben ſo bald, als von reiner Salpeterſäure, eingeſogen, die Miſchung mit einem dichten rothen Dampfe bedeckt, hellpommeranzenfarbig, darauf in freyer Luft in 24 Stunden oben hellblau und unten gelblich, darnach in friſcher Salpeterluft in 14 Tagen farbenloß und ſodann mit Eiſen bloße entzündbare Luft; das Waſſer aus dem Cylinder, in welchem das Verfahren angeſtellt war, gab viel ſtarke, durch die Schwängerung deſſelben mit dem ſalpeterſauren Dampfe erzeugte Salpeterluft. Bey wiederholtem Verſuche verlor die Miſchung ihre Farbe, in der Salpeterluft in 4 Tagen, und gab dann mit Eiſen auch bloße entzündbare Luft.

Salzſäure, zur Vitriolſäure gethan, ward augenblicklich, wenn nicht völlig, doch größtentheils, in Geſtalt ſalzſaurer Luft, ausgetrieben; zu obiger Miſchung langſam hinzugegoſſen ſchwamm ſie oben auf, ward da, wo ſie ſelbige berührte, gelb, und ließ Luftblaſen aufſteigen: am folgenden Tage hatte die ganze Miſchung eine Pommeranzenfarbe, ſchäumte beym Schütteln ſehr, und gab viel Luft von ſich, ward darnach bläſſer, und endlich am folgenden Tage ungefärbt, wie Waſſer.

Kleine Stücke Papier und Holz veränderten die Farbe der Miſchung der Vitriol- und Salpeterſäure nicht, eine Fliege färbte ſie bräunlich; am folgenden Tage ſahe erſtere hellblau, letztere noch dunkler aus; nach 3 Wochen gaben beyde mit Eiſen nur entzündbare Luft. Daß dieß die Abweſenheit der Salpeterſäure beweiſe, beſtärkt Prieſtley mit der Erfahrung

voriger Verſuche, da die Miſchung, in welcher ſie noch gegenwärtig war, mit Eiſen, erſtlich Salpeterluft und darnach entzündbare Luft gab.

26. Ueber die Meerſalzſäure und die nach ihr benannte Luftart. Eine Nachricht von Fabroni, daß der Braunſtein, der Entdeckung Bergmann's zu Folge, in Rückſicht auf den Salzgeiſt eine dephlogiſtiſirende Kraft beſitze, erregte bey Prieſtley den Wunſch nach einer vollkommen dephlogiſtiſirten Salzſäure, um zu erfahren, ob ſolche auch eine Luft gäbe, welches er nicht vermuthete, weil er zur Annehmung ſolcher Geſtalt immer die Beymiſchung einer gewiſſen Menge vom Brennbaren nöthig gehalten hatte, in welcher Meynung Prieſtley auch durch ſeine Verſuche beſtärkt ward, und aus denſelben ſchließen zu dürfen glaubt, daß die Salzſäure, durch die Beraubung des Brennbaren, der Salpeterſäure ſehr ähnlich werde, indem ſie nicht in Luftgeſtalt dargeſtellt, oder wenigſtens nicht durch Queckſilber geſperrt werden könne, weil ſich ihre Dämpfe, wie die Salpeterſäuren, mit demſelben gleich zu einem weißen Pulver vereinigen. Vielleicht mögen ſolche, mit öligen und andern Stoffen, auch ähnliche Verbindungen, als die ſalpeterſauren Dämpfe, geben, welchen letztern nur hinlängliches Brennbares fehle, um wahre Salpeterluft zu werden, welche auch, wahrſcheinlich wegen des größern Verhältniſſes deſſelben, nicht ſo leicht, als die ſonſt, dem Anſcheine nach, eben ſo zuſammengeſetzte ſalzſaure und vitriolſaure Luft vom Waſſer eingeſogen werde.

Auf Braunſtein gegoſſener und übergetriebener Salzgeiſt ließ eben ſolchen beſondern Geruch ſpühren, als die Auflöſung der rothen Mennige in demſelben.

Hitze

Hitze entband eine Luft, oder Dampf, welchen das Queckſilber aber gleich einſog, und eine ſchwarze Rinde gab; die in der Phiole befindlich geweſene Luft war durch die Dämpfe wenig, oder gar nicht, verdorben worden, weil ſelbige kein Brennbares hielten, oder fahren ließen. Eben ſo vereinigten ſich die durch Hitze getriebenen Dämpfe des mit Braunſtein bloß geſättigten Salzgeiſtes gleich mit dem Queckſilber, und gaben nach dem Trocknen ein weißes oder graues Pulver, hatten die in der Phiole befindliche Luft auch nicht verdorben. Das Pulver verflog von einem Stücke Glas über der Flamme eines Lichts, ließ jedoch wenigen, dem rothen Queckſilberniederſchlage nicht ſehr unähnlichen, röthlichen Stoff nach (daß ſich mithin auch hier eine Gleichheit zwiſchen der ſo veränderten Salzſäure und dem Salpetergeiſte finde), welcher in mäßiger Hitze weiß und aufgetrieben ward, und in verſtärktem Sonnenfeuer über Queckſilber keine merkbare Menge Luft gab. Mit rother Mennige geſchwängerte Salzſäure zeigte die nämlichen Erſcheinungen.

Hiernächſt führt Prieſtley noch einige Beobachtungen in Anſehung der Salzſäure an; die bey der Auflöſung des Silbers in Salpeterſäure nachbleibenden ſchwarzen Flocken löſe Salzgeiſt auf, und werde davon gelb; eine Auflöſung des Eiſens in ſtarker Salzſäure hatte keine Farbe, ward aber an der Luft braun, weil, wie Prieſtley glaubt, der Eiſenkalk, bey der Entweichung der Säure und des Brennbaren, niederfiel; in zugeſchmolzenen gläſernen Röhren im Sandbade erhitzte Salzſäure verdarb die mit eingeſchloſſene Luft keinesweges; Weineſſig aber verdarb ſie ſo ſehr, daß ſie mit gleich viel Salpeterluft 1,44

wies; Salpeterſäure haltende Kalke ertheilten gemeinem Salzgeiſte nicht die Kraft, das Gold aufzulöſen.

Die beyden folgenden Abſchnitte enthalten elektriſche Verſuche und Beobachtungen, von welchen das Weſentlichſte in der Folge wird angeführt werden. Der 29ſte Abſchnitt enthält einige Verſuche vom Schalle in verſchiedenen Luftarten, von welchen ſchon oben das nöthigſte angeführt worden iſt.

30. Vermiſchte Verſuche. 1. Beobachtungen über die Vermiſchung des Kalkwaſſers mit einer Auflöſung des Eiſens in Salpeterſäure. Sie gab einen ſchönen blauen Niederſchlag, welcher aber von der Luft roth ward. 2. Beobachtungen über ein ohne Vermuthung entſtandenes flüchtiges Laugenſalz. Die rothe Rinde, welche in ſehr verdünnter Auflöſung des Kupfers in Salpeterſäure um Eiſendrath entſtanden und ein Eiſenkalk war, hielt einen grünen Stoff beygemiſcht, welcher ſtark nach flüchtigem Laugenſalze roch. Prieſtley meint, der Eiſenkalk ſey mit dem Brennbaren der durch den Kalk zerlegten Salpeterſäure überſättigt, und das Laugenſalz, welches dieſer und andere Metallkalke enthalten, durch die Vereinigung mit demſelben zu flüchtigem Laugenſalze geworden, wie er auch jetzt der Meynung ſey, daß der Eiſenroſt mehr Brennbares, als das Eiſen ſelbſt, enthalte, und die Salpeterluft, in welcher, nach der Behandlung mit dem Eiſen, eine Kerze beſſer, als in gemeiner Luft brenne, eigentlich dephlogiſtiſirte Salpeterluft genannt werden könne, weil ſie ihr Brennbares dem Eiſen mitgetheilt habe. 3. Von der durch faulende Subſtanzen nicht merkbar verdorbenen Luft. Das Rückbleibſel einer über Queckſilber

gefaul-

gefaulten und keine Luft mehr gebenden Kälberhals-flechte theilte gemeiner Luft in 2 Tagen einen ſehr unangenehmen Geruch mit, ohne ſie ſonſt merkbar zu verderben, hatte ſie aber in 2 Monathen phlogiſtiſirt; doch glaubt Prieſtley, daß es mit der Zeit dieß Vermögen würde ganz verloren haben, und ſchließt hieraus, daß ſolches wenigſtens ſehr vermindert worden ſey, ehe ſich der unangenehme Geruch verloren habe.

Im 31 und 32ſten Abſchnitte führt Prieſtley einige Anmerkungen und eine kurze Ueberſicht der von ihm gemachten merkwürdigſten Erfahrungen an.

33. Verſuche und Beobachtungen, welche erſt nach dem Abdrucke der vorhergehenden Abſchnitte gemacht worden ſind. 1. Ueber das Athmen der dephlogiſtiſirten Luft. Eine Maus ſtarb in derſelben, ob ſie gleich mit doppelter Menge Salpeterluft beträchtlich weniger, als 1,0 zeigte; die zweyte lebte in derſelben noch einige Stunden, und als ſie dem Tode nahe war, durch Erwärmung noch einige Stunden länger, und hinterließ ſie dann nach ihrem Tode völlig phlogiſtiſirt, daß alſo der vormals bemerkte frühere Tod vom Mangel der Wärme und nicht von der Luft ſelbſt hergerührt habe. 2. Von der Menge dephlogiſtiſirter Luft, die man aus dem Salpeter erhalten kann. Fontana rechne auf 100 Unzenmaaß aus 1 Unze Salpeter, und ſo viel habe Prieſtley auch vermittelſt belegter gläſerner Retorten, in einer Hitze, welche dieſe vertragen konnten, aus Retorten von feuerfeſtem Thone aber, durch Weißglühen, von 2 Unzen Salpeter 500 Unzenmaaß beträchtlich dephlogiſtiſirter und mit ſehr weniger fixer verbundener Luft erhalten; die erſte war

ſo rein, daß ſie mit 2 Theilen Salpeterluft 0,7 zeigte, die letzte ward langſamer abgeſchieden und zeigte 1,3; ſie ſey alſo durch ein in der Retorte befindliches Weſen verdorben worden, weil eben ſo in einem Glaſe erzeugte Luft ſehr rein ſey, und gemeiniglich weniger, als 0,5 zeige; das Zurückgebliebene wog 7 Quentchen 12 Gran, und Prieſtley rechnet 5 Quentchen 12 Gran für das Gewicht der Luft, 2 Quentchen 36 Gran für das Kryſtalliſationswaſſer, daß mithin 2 Quentchen Verluſt bleiben, ſo theils von ſaurem Dampfe, der in der Luft verbreitet, und nicht genau mit ihr vereinigt ſey, theils von einer oft mit übergangenen weißen Wolke herrühre. 3. **Ueber die dephlogiſtiſirte Salpeterluft.** Auch Hammerſchlag veränderte die gewöhnliche Salpeterluft zu ſolcher. Waſſer, anſtatt verdünnter Auflöſung des Kupfers in Salpeterſäure zu den mit ſolcher behandelten Nägeln gegoſſen, gab phlogiſtiſirte Luft, nach Abhellung deſſelben zugegoſſene Kupferauflöſung wieder dephlogiſtiſirte Salpeterluft. Als Schneewaſſer mit dieſer geſchwängert, und ſie durch Hitze wieder ausgetrieben war, ward von der ausgetriebenen Menge nur $\frac{1}{6}$ wieder vom Waſſer eingeſogen; eine Maus kam in ihr dem Tode bald nahe; eine andere befand ſich in ſolcher 5 Minuten ſehr wohl, worauf ſie noch ein Licht brennen ließ, aber von der Salpeterluft nicht verändert ward, welche alſo in dieſem Falle nicht zur Prüfung ihrer Tauglichkeit zum Athmen diene; in einer zu einer andern Zeit aus geſchwängertem Waſſer getriebenen ſtarb eine Maus faſt ſo bald, als in einer andern ſchädlichen Luftart. 4. **Von einer Auflöſung des Kupfers in flüchtigem Laugenſalze in Rückſicht auf ihr Verhalten in der Wärme.** Sie gab, wie die Auflöſung in der Salpeterſäure,

einen Niederſchlag, welcher blau ausſah, und dem Glaſe feſt anhing. 5. Beobachtungen über das Vermögen der verſchiedenen Luftarten, Hitze anzunehmen. Die entzündbare Luft pflanzte die Wärme am beſten fort, fixe und alle Luftarten bey weitem nicht ſo gut, als die gemeine, die laugenſalzige eher beſſer, als die ſauren, die dephlogiſtiſirte etwas, doch unbeträchtlich weniger, als gemeine, bey welcher Gelegenheit Prieſtley auch ſeine ehemalige Wahrnehmung einer viel ſtärkern Ausdehnung der laugenſalzigen Luft, als anderer, durch die Wärme bekräftigt fand.

Lavoiſier hatte, wie bereits oben angeführt, gegen Prieſtley's und vieler Anderer Behauptung angenommen, daß die Entſtehung der Säuren, ſo wie die der dephlogiſtiſirten Luft, von der Gegenwart des Sauerſtoffs abhange. Beſonders aber war man noch nicht einig über das Weſen und den eigentlichen Urſprung der ſogenannten fixen Luft. Lavoiſier unternahm es daher, dieſe merkwürdige Luftart einer nähern Prüfung zu unterwerfen. Er ſucht aus ſeinen genauen Verſuchen zu erweiſen, daß dieſe Luft wahre Kohlenſäure ſey, in welche ſich die Lebensluft, wenn reine Kohle in ſelbiger verbrannt werde, verwandele. Um aber aller Zweydeutigkeit auszuweichen, nennt er dasjenige Kohle, was man im gemeinen Leben ſo benennt, d. i. eine Verbindung von kohliger Materie, brennbarer Luft aus dem Waſſer, etwas Erde und fixen Alkali, hingegen kohlige Subſtanz oder Kohlenſtoff, die Kohle ohne brennbare Luft aus dem Waſſer, ohne Erde und fixes Alkali. Seine Verſuche, die er in Gegenwart der Herren la Place und Meuſnier angeſtellt hatte, gaben ihm genau folgende Reſultate:

wenn man ſehr reine Kohlen unter einer Glocke mit Lebensluft verbrennt, welche mit Queckſilber geſperrt iſt, ſo verwandelt ſich ein Theil der Lebensluft in Kohlenſäure. Abſorbirt man durch kauſtiſches Alkali die Portion Kohlenſäure, welche ſich gebildet hat, ſo iſt das Zurückgebliebene noch reine Luft, in der man wiederum Kohlen verbrennen kann, und wenn man einige mal dieſen Verſuch wiederholt, ſo kann man alle Lebensluft in fixe Luft, ohne Rückbleibſel, verwandeln. Bey dieſer Operation verbindet ſich der Sauerſtoff, ein Beſtandtheil der Lebensluft, mit dem Kohlenſtoffe, und macht Kohlenſäure, der Wärmeſtoff aber, der den andern Theil der Lebensluft ausmacht, wird mit den der Wärme oder dem Feuer eigenen Eigenſchaften entwickelt.

Das Verbrennen der Kohlen komme alſo von den verſchiedenen Verwandtſchaften des Sauerſtoffs her, und zeige, daß der Sauerſtoff mehr Verwandtſchaft mit dem Kohlenſtoffe, als dem Wärmeſtoffe, habe. Ferner zeige es, daß die Kohlenſäure aus Kohlenſtoff und Sauerſtoff beſtehe, ſo wie Vitriolſäure und Phosphorſäure aus Schwefel und Phosphor mit Sauerſtoff beſtehen.

In den neuern Zeiten hat man Lavoiſier's Behauptung durch ſehr oft wiederholte Verſuche immer mehr zu beſtätigen geſucht, ſich beſonders mit der Zerlegung des kohlenſauren Gas beſchäftigt, und ſich bemüht, den Kohlenſtoff als einen ſeiner Beſtandtheile daraus zu entwickeln. Endlich iſt es Herrn Smithſon Tennant[q]) gelungen, die Kohle aus der

q) Philoſoph. Tranſact. 1791. Vol. LXXXI. p. 182. ſq. Ueber die Zerlegung der Luftſäure; in Gren's Journal der Phyſik. B. VI. S. 229. f.

der Kohlenſäure wieder herzuſtellen. Er nahm hierzu eine beſchlagene Glasröhre, welche an dem einen Ende verſchloſſen war, brachte zuerſt etwas weniges Phosphor, und darauf etwas fein gepulverten Marmor hinein, verſtopfte die Röhre, doch nicht ganz genau, und erhitzte ſie bis zum Rothglühen einige Minuten lang. Nach dem Zerbrechen der erkälteten Röhre fand er darin ein ſchwarzes Pulver, welches aus Kohle mit phosphorſaurer Kalkerde und Phosphor mit gebrannter Kalkerde beſtand. Ward nun die phosphorſaure Kalkerde durch Auflöſung in einer Säure und durch Filtriren, der Phosphor aber durch Sublimation davon geſchieden, ſo blieb eine Kohle zurück, welche ſich von der Kohle der vegetabiliſchen Materien in keiner Rückſicht mehr unterſcheiden ließ. Nach Tennant findet die Wiedererzeugung der Kohle folgender Maaßen ſtatt: der Kohlenſtoff werde, ob er gleich eine größere Verwandtſchaft, als der Phosphor gegen den Sauerſtoff, hat, gleichwohl durch die Summe der Verwandtſchaften des Phosphors gegen den Sauerſtoff, und der Phosphorſäure gegen die Kalkerde, vom Sauerſtoffe getrennt.

Nach Pearſon r) gelingt die Zerſetzung des kohlenſauren Gas noch leichter und beſſer mit kohlenſaurem Mineralalkali und Phosphor, wenn man 2 Theile des letztern mit 8 Theilen des erſtern, welches ſeines Kryſtalliſationswaſſers völlig beraubt worden iſt, in einer Glasröhre einer ſtarken Rothglühehitze ausſetzt. Hierbey bildet ſich Kohle und phosphorſaures Mineralalkali.

Ueber

r) Experiments made with the view of decompounding fixed air by *G. Pearſon*. Philoſ. Tranſact. Vol. LXXXII. P. II. p. 289. ſq.

Ueber die Vermehrung des Gewichts, welche Schwefel und Phosphor beym Verbrennen erleiden, hat Lavoiſier noch neuere Bemerkungen gemacht, und gefunden, daß die daher entſtandene Phosphorſäure eine Zunahme am Gewichte erhalte, welche der abſorbirten Menge Lebensluft genau entſpricht. Wenn die Lebensluft, ſagt er, die man angewandt hat, vollkommen rein war, ſo iſt der Rückſtand nach dem Verbrennen ſo rein, wie vorher; und läßt man die ſauren Dämpfe, die ſich gebildet haben, verdichten, ſo kann man eine neue Portion Phosphor darin verbrennen u. ſ. f., bis alle Lebensluft verſchwunden iſt.

Bergmann hatte die Folgen, welche Lavoiſier vormals aus ſeinen Verſuchen geſchloſſen hatte, beſtritten. Er hatte nämlich bemerkt, daß die ſpecifiſche Wärme der entſtandenen Säuren größer ſey, als der verbrannten Subſtanz, und dieſer Vermehrung der ſpecifiſchen Wärme ſchreibt er eben die Zunahme an Gewicht zu. Was die Verminderung der Lebensluft anbetrifft, in welcher das Verbrennen geſchieht, ſo ſchreibt er ſie, mit Scheele, der Verbindung der Lebensluſt mit dem Phlogiſton zu, um Wärme zu erzeugen.

Lavoiſier hingegen bemerkt zuerſt, daß Bergmann, indem er ſich von ſeiner Meynung zu entfernen ſcheine, ſie doch zum Theil annehmen müſſe. Er ſchreibe wirklich die Zunahme an Gewicht, welche der Phosphor beym Verbrennen erhält, der Abſorption und der Fixirung der Lebensluft zu; Bergmann hingegen der Fixirung der Wärme. Da nun in dem Syſteme des letztern die Lebensluft ein Beſtandtheil der Wärme ſey, ſo ſey ſeine Behauptung auch in der des letztern begriffen. Es ſey jetzt alſo nicht mehr die

Frage,

Frage, ob die Lebensluft in den Säuren beym Verbrennen fixirt werde, ſondern ob ſie ſich vorher mit dem Phlogiſton verbinde, um Wärme zu erzeugen.

Nehme man nun zuerſt mit Bergmann an, daß eine Portion des Feuers bey dem Verbrennen des Phosphors in der Phosphorſäure gebunden werde, ſo müſſe man doch auch mit Scheele geſtehen, daß eine beträchtliche Menge dieſer Wärme zerſtreut werde, und durch die Poren der Gefäße davon gehe, das Zeugniß der Sinne ſey daher ſchon hinreichend, um dieſe Wahrheit feſtzuſetzen. Er und la Place haben bemerkt, daß 1 Unze Phosphor, wenn ſie verbrenne, 6 Pfund 4 Unzen 48 Gran Eis ſchmelzen könne. Gebe man alſo mit Bergmann zu, daß die Wärme ein merkbares und zu ſchätzendes Gewicht beſitze, und müſſe man auch geſtehen, daß eine Portion der Wärme durch die Poren der Gefäße beym Verbrennen fortgehe, ſo würde daraus folgen, daß beym Verbrennen des Phosphors und des Schwefels in hermetiſch verſchloſſenen Gefäßen man eine Abnahme am Gewicht, ſo wie ſich Wärme entwickele, und mit den umgebenden Körpern ſich in Gleichgewicht ſetze, bemerken müſſe. Der Grund dieſer Folge ſey falſch, wenn ihr Verſuche und Beobachtungen entgegen ſeyen. Wirklich fand auch Lavoiſier, daß die Wärme, welche aus 92 Gran brennenden Phosphor entweicht, ſo beträchtlich ſie auch unſern Sinnen erſcheint, doch keine merkliche Schwere beſitzt. Es ſey daher der Wärmeſtoff nicht zuſammengeſetzt, wie Scheele, und nach ihm Bergmann, glaube und beſtehe nicht aus Lebensluft und Phlogiſton, weil ein Körper, der Gewicht habe, nicht der Beſtandtheil eines andern ſeyn könne, der kein Gewicht habe.

Wei-

Weiter folge daraus, daß die beträchtliche Zunahme von beynahe 150 Theilen auf 100, die der Phosphor beym Verbrennen erhalte, ſo wie auch die Gewichtszunahme des Schwefels und vieler anderer Körper, nicht durch die Verbindung mit der Wärme könne erklärt werden, wenn man nicht von falſchen Vorausſetzungen, welche durch Thatſachen gar nicht beſtätigt werden, ausgehen wolle.

Ferner folge daraus, daß man auf das zurückkommen müſſe, was er ſchon in ſeinen erſten Abhandlungen angegeben habe, und daß man erkennen müſſe, der Schwefel, ſo wie der Phosphor, abſorbire oder zerſetze vielmehr beym Verbrennen die Lebensluft, nehme die Baſis derſelben in ſich, wodurch die Wärmematerie, die ſich in einer großen Menge in der Lebensluft befindet, da ihre Baſis eine neue Verbindung eingeht, frey wird, und ſich in die Körper umher verbreitet.

Dieſe ſo einfachen Erklärungen, die ſo natürlich mit den Erſcheinungen zuſammenhingen, wären ſchon lange angenommen worden, wenn die Chemiker, eingenommen von der Exiſtenz des Phlogiſtons, eines Weſens, von welchem man bisher nur ſehr verwirrte Begriffe habe geben können, welches ein jeder nach ſeiner eigenen Manier definire, oder vielmehr, welches derſelbe Chemiker oft ſehr verſchieden definire, nachdem die Facta ſeyen, die er erklären wolle, wenn die Chemiker, ſage er, ſich nicht die äußerſte Mühe gegeben hätten, um die alte Theorie mit den neuern Erfahrungen zu verbinden.

Was man bey dem Verbrennen des Schwefels und Phosphors bemerke, finde auch beym Verbrennen aller andern Subſtanzen ſtatt, nur mit dem Unterſchiede,

terſchiede, daß bey denjenigen, wo die Subſtanz in eine Gasart verwandelt werde, z. B. bey dem Verbrennen, welche er das kohlige nennen wolle, man das Gewicht der entſtandenen fixen Luft, die als Gas zurückbleibe, mit rechnen müſſe, um zu finden, wie viel das Gewicht durch das Fixiren der Luft zugenommen habe.

Auf dieſe und andere Thatſachen errichtete Lavoiſier ein ganz neues Lehrgebäude der Chemie auf, welches anfänglich ungemein beſtritten wurde, und wovon das wichtigſte in der Folge angeführt werden ſoll. Der vorzüglichſte Streitpunkt des phlogiſtiſchen und antiphlogiſtiſchen Syſtems betraf die Natur von Prieſtley's phlogiſtiſirter und dephlogiſtiſirter Luft, oder von Lavoiſier's Stickſtoff- und Sauerſtoffluft. Prieſtley und ſeine Anhänger behaupteten: Phosphor, in einer mit dephlogiſtiſirter Luft angefüllten Glocke entzündet, laſſe Phlogiſton fahren, welches ſich mit einem Theile der Luft verbinde, damit phlogiſtiſirte Luft bilde, und in dieſer Geſtalt unter der geſperrten Glocke zurückbleibe: Lavoiſier und ſeine Anhänger hingegen behaupteten als Thatſache, daß bey einer gehörigen Menge von Phosphor die Lebensluft ganz verſchwinde, und daß, wenn Stickluft zurückbleibe, dieſe ſchon vorher mit der reinen Luft gemiſcht geweſen ſey, und nicht erſt durch das Phlogiſton könne gebildet worden ſeyn. Dieſes Faktum wurde aber geläugnet, bis es endlich dem Hrn. Prof. Göttling in Jena gelang, dieſen wichtigen Verſuch auszuführen, und dadurch unwiderſprechlich zu beweiſen, daß die Behauptung der Phlogiſtiſirung der Luft durchs Verbrennen völlig grundlos ſey. Nachdem endlich auch mehrere Chemiker dieſen Verſuch zu

Stande

Stande brachten, ſo erhielt auf einmal das ſogenannte antiphlogiſtiſche Syſtem in ſeinen meiſten Sätzen allgemeinen Beyfall. Indeſſen iſt bis jetzt noch immer über die Exiſtenz oder Nichtexiſtenz des Brennſtoffs oder des Phlogiſtons geſtritten worden.

Die Hrn. Lichtenberg [s]) und Gren [t]) führen an, daß man eine Luftart erhalte, welche in ihrer Beſchaffenheit dem Stickgas ähnlich ſey, wenn man Waſſerdämpfe durch ein irdenes glühendes Pfeifenrohr ſtreichen läßt. Lichtenberg hielt ſie für eine Luftart, die wir noch nicht recht kennen, dem Stickgas wenigſtens ſehr ähnlich, wo nicht mechaniſche Beymiſchungen abgerechnet, ganz dieſelbe ſey. Es blieb hier aber immer unerklärbar, wo das Stickgas herkomme. Dringt es vielleicht von außen durch das Pfeifenrohr hinein? Was geht mit dem Waſſer vor, und welche Veränderungen geſchehen am Rohr? Lavoiſier läugnet überhaupt, daß ſich Waſſer durch bloßen Wärmeſtoff in Luft verwandeln laſſe, und ſieht den Uebergang deſſelben durch eine gläſerne Röhre als bloße Deſtillation an. Auch ſchienen dieß Verſuche, welche der Herr von Hauch [u]) mit goldenen, ſilbernen, porzellanen und gläſernen Röhren angeſtellt hat, zu beſtätigen. Indeſſen hat die Entſtehung des Stickgas auf dieſe Art den Chemikern viel zu ſchaffen gemacht. Einige haben dieß ſo erklärt: der Lichtſtoff trete zugleich

s) Erxleben Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. Gött. 1794. 8. S. 214.

t) Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. §. 288.

u) Gren's Journal der Phyſik. B. VIII. S. 27. u. f. Chemiſche Verſuche über die Beſtandtheile und die Zerlegung des Waſſers.

gleich mit dem Wärmeſtoffe an den Waſſerdampf, und erſterer gebe ein Bindungsmittel ab, welches die beyden letztern in eine chemiſche Vereinigung bringe, und eben dadurch den Waſſerdampf in Stickgas umändere. Andere erklären das Entſtehen der Stickluft aus dem Eindringen der äußern atmoſphäriſchen Luft durch das glühende Pfeifenrohr. Die Vermuthung, daß Stickluft eine wirkliche Verbindung mit dem Lichtſtoffe habe, ſchien ſich durch die merkwürdigen Verſuche, welche Göttling x) über das Leuchten des Phosphors in Stickluft anſtellte, noch mehr zu beſtätigen. Dieß Leuchten nahm man ſonſt als ein ſchwaches Verbrennen an, und glaubte daher, daß es ſich in reiner Luft ſtärker, als in gemeiner Luft, und im Stickgas gar nicht zeige. Göttling aber fand, daß der Phosphor in dem reinſten Sauerſtoffgas gar nicht, im Stickgas hingegen deſto lebhafter leuchte. Er erhielt eine Sauerſtoffluft, wenn er die Dämpfe der Salpeterſäure durch ein glühendes Pfeifenrohr ſchnell durchtrieb, im Gegentheil aber eine Luft, die ſich faſt wie reine Stickluft verhielt, wenn die Dämpfe langſam durchgeleitet wurden. In erſterer leuchtete der Phosphor nur wenig, in der letztern aber ſehr ſtark. Aus ſeinen Verſuchen glaubte er ſchließen zu müſſen, daß das Leuchten des Phosphors in atmoſphäriſcher Luft nur in ſo fern ſtatt fände, als ſie Stickluft enthält. Das Leuchten in atmoſphäriſcher Luft war beſonders mit Temperaturerhöhung begleitet, da es hingegen in Stickluft, wo es ſich doch weit ſtärker zeigte, ohne alle Wärme war. Sehr unerwartet war es ihm aber, daß

x) Beyträge zur Berichtigung der antiphlogiſtiſchen Chemie auf Verſuche gegründet. Weimar 1795. 8.

daß durch dieſes Leuchten des Phosphors nicht allein das Stickgas in ſeinem Volumen vermindert, ſondern ſogar der Phosphor geſäuert wurde. Wenn er nämlich den Phosphor eine Zeitlang in der Stickluft hangen ließ, ſo ward das Leuchten nach und nach ſchwächer, und hörte endlich ganz auf, zugleich war aber auch der Phosphor feucht geworden. Nahm er dieſe Feuchtigkeit mit einem Papiere weg, und brachte ihn alsdann wieder in die vorige Stickluft, ſo leuchtete er abermals, wie zuvor, und überzog ſich aufs neue mit Feuchtigkeit. Das Papier, womit die Feuchtigkeit abgewiſcht ward, erhielt einen ſauren Geſchmack. Oeffnete Göttling ein ſolches Glas unterm Waſſer, ſo trat es davon hinein. Wenn er alsdann den Phosphor von der Feuchtigkeit reinigte, ihn wieder in Stickluft brachte, und darin leuchten ließ, bis er aufhörte, ſo trat nach dem Oeffnen unterm Waſſer noch mehr Waſſer hinein. Durch wiederholte Operationen fand er, daß allemal mehr Waſſer in das Glas trat, und daraus glaubte er ſchließen zu können, daß durch ein ſolches Leuchten des Phosphors das Stickgas nach und nach ebenfalls aufgezehrt, und der Phosphor geſäuert werde.

Göttling's Verſuche wurden von mehreren Chemikern wiederholt, die Reſultate derſelben aber mit den Göttlingſchen nicht übereinſtimmend gefunden. Eimbke [y]) bemerkte gar kein Leuchten des Phosphors im Stickgas; Jäger und Scherer [z]) bemerkten es nur unter gewiſſen Umſtänden, aus welchen

y) Gren's Journal der Phyſik. B. VIII. S. 366. f.

z) Ueber das Leuchten des Phosphors im atmoſphäriſchen Stickgas. Reſultate einiger darüber angeſtellten Verſuche und Beobachtung. von D. Scherer und Jäger u. f.

chen ſich allemal auf Zutritt von Sauerſtoffgas ſchließen ließ. Jäger [a]), Hildebrand [b]), Link [c]), van Mons [d]), Morveau [e]), Bertholet [f]), und mehrere Andere glaubten aus ihren Verſuchen ſchließen zu können, daß das Leuchten im Stickgas unter keiner andern Bedingung ſtatt finden könne, als wenn es Sauerſtoffgas enthalte, und dieß wurde hierauf als ganz unläugbare Wahrheit angenommen.

Göttling hatte indeſſen mehrere Verſuche, um der Wahrheit in dieſer Sache näher zu kommen, angeſtellt, und legte vorzüglich in ſeinem Almanach für das Jahr 1798. einige Fragen, das Leuchten des Phosphors im Stickgas betreffend, den Chemikern vor, um ſie aufmerkſam zu machen, wie viel noch zu berichtigen ſey, ehe man entſcheiden könne, auf welcher Seite die Wahrheit liege, die er kurz darauf größtentheils durch ſeine neuern Erfahrungen beantwortet hat [g]). Vor allen Dingen ſcheint ihm aber nothwendig zu ſeyn, Eigenſchaften feſt zu ſetzen, wodurch ſich die Stickſtoffluft von andern unterſcheiden müſſe, und woran man ihre Gegenwart erkennen könne. Nach den neuern Grundſätzen der Chemie könnten dieſe Eigenſchaften keine andere, als folgende ſeyn:

1.

a) Gren's neues Journal der Phyſik. B. II. S. 455.
b) Crell's chemiſche Annalen 1796. B. II. S. 411 u. 488.
c) Beyträge zur Phyſik und Chemie. St. 2. Roſtock und Leipzig 1796. S. 121.
d) Gren's neues Journal der Phyſik. B. III. S. 326.
e) Ebendaſelbſt. S. 330.
f) Ebendaſelbſt. S. 329.
g) Beytrag zur Berichtigung der antiphlogiſtiſchen Chemie. 2tes St. Weimar 1798. 8.

1. Muß ſie keinen Geruch haben, denn daraus wäre ſchon zu ſchließen, daß fremde Theile mit ihr in Verbindung getreten ſind.

2. Muß ſie, mit der atmoſphäriſchen Luft oder auch mit der reinen Sauerſtoffluft vermiſcht, keinen Dampf geben.

3. Müſſen Thiere in ihr erſticken, und brennende Lichter in ihr erlöſchen.

4. Darf ſie mit der Salpeterluft keinen rothen Dampf bilden, und auch eigentlich keine Verminderung damit zeigen. Dabey macht Götling die Anmerkung, es ſey hier die größte Behutſamkeit nöthig, weil die Erfahrung lehre, daß auch die bloße Salpeterluft, durch die Behandlung mit Waſſer, einer Verminderung fähig ſey.

5. Darf ſie das Kalkwaſſer nicht trüben.

6. Darf ſie ſich bey Berührung der Sauerſtoffluft nicht entzünden, wenn man ſich ihr mit einem brennenden Lichte nähert.

7. Muß der Phosphor in einer ſchwachen Temperatur darin leuchten; wobey er bemerkt, daß man dieſe Eigenſchaft nicht zugeſtehen wolle, und ſie aus einem Antheile Sauerſtoffgas herleite, welches noch daran hängt, und mit Schwierigkeit davon zu ſcheiden ſey.

8. Verdünnte vollkommene Salpeterſäure oder auch vollkommene Salzſäure.

Er ſtellte mit dem Phosphor im Sauerſtoffgas, von deſſen Reinheit er völlig verſichert war, neue Verſuche an, aus welchen er die Folge ziehen konnte, daß ganz

ganz reines Sauerſtoffgas durch die Einwirkung aus dem Phosphor Stickluft werden kann. Zu dieſen Verſuchen bediente ſich Göttling zuletzt vorzüglich folgender gläſerner Vorrichtung: er ließ ſich ein gabelförmiges Glasrohr (fig. 24.) a blaſen, welches unten bey b mit einer Oeffnung verſehen iſt; an die beyden obern Oeffnungen d und e wurde ein anderes an beyden Enden gekrümmtes Glasrohr c angeblaſen. Dieſe ganze Geräthſchaft wurde mit heißem Waſſer angefüllt, und Phosphorſtückchen hineingebracht, welche ſogleich in Fluß kamen, und ſich in der untern angeblaſenen Röhre c ſammelten; es wurde ſo viel Phosphor hineingebracht, daß die Röhre nicht völlig damit angefüllt wurde, ſondern die Luft noch ſehr gut unter dem Phosphor wegſtreichen konnte. Hierauf wurde die Geräthſchaft in ein Gefäß mit kaltem Waſſer gebracht, um den Phosphor zu erſtarren. Nun füllte man ſelbige mit abgekochtem Waſſer an, und füllte in der Luftwanne einen Kolben voll, welcher 1 Unze Waſſer hielt, reine Sauerſtoffluft hinein, verwahrte die untere Oeffnung b recht gut mit einem Kork, und verband alles mit einer feuchten Blaſe. Der Wärmegrad war ohngefähr 18 bis 19° Reaum. Hierauf wurde eine Bewegung des Waſſers zu unterhalten angefangen, damit die Luft immer über dem Phosphor hin und her ſtrömen konnte. Nachdem dieſe Bewegung ohngefähr eine Stunde lang fortgeſetzt war, ſo fing der Phosphor zu dampfen an, und leuchtete im Dunkeln. Waren hiebey die Dämpfe zu häufig, ſo wurden ſie durch Schütteln mit dem Waſſer in Verbindung gebracht. Während dieſer Zeit wurde das Gefäß verſchiedene mal unter ausgekochtem Waſſer geöffnet, wo jedesmal ein Antheil davon hineinſtieg, bis nach 6 Stunden das Leuchten und das Entſtehen

der Dämpfe völlig beendigt war. Jezt wurde das Gefäß wieder geöffnet; es ſtieg noch ein guter Theil Waſſer hinein, und es blieb etwa der 4te Theil von einer Luft übrig, welche ſich in allen Stücken wie diejenige Luft verhielt, die übrig bleibt, wenn der Phosphor in der atmoſphäriſchen Luft zu leuchten aufgehört hat. Ein Licht brannte nicht darin, und es wurden auch durch Salpeterluft keine rothen Dämpfe und keine Raumverminderung bemerkbar. Nachdem ſie mit vollkommener Salpeterſäure behandelt worden, wurde der darin enthaltene Phosphor zerſtört, in dem Luftraume leuchtete der Phosphor eine Zeitlang wieder, und ſie verhielt ſich übrigens in allen Stücken vollkommen wie phosphorhaltige Stickluft. Dieſer Verſuch wurde noch einmal unter ähnlichen Umſtänden wiederholt, und es verhielt ſich alles eben ſo. Hieraus ſchließt nun Göttling, daß das Sauerſtoffgas durch die Einwirkung auf den Phosphor Stickluft werde, und daß daraus unwiderleglich dargethan zu ſeyn ſcheine, daß die wägbare Baſis des Sauerſtoffgas und des Stickgas eine und dieſelbe ſey, und das Stickgas nicht mehr angenommen werden könne.

Endlich zieht er aus allen ſeinen Verſuchen folgende Reſultate:

1. Die Sauerſtoffluft wird beym Verbrennen des Phosphors in einer dazu hinlänglich hohen Temperatur, wenn ſie völlig von Stickſtoffluft frey iſt, ganz verzehrt; doch können dabey Nebenumſtände eintreten, welche den Verſuch ſtören, vorzüglich kann eine zu lange Erhitzung nach beendigter Verbrennung zur Erzeugung eines Antheils rückſtändiger Luft Gelegenheit geben.

2. In einer ſchwächern Temperatur, ohngefähr 13 — 14° Reaum., leuchtet und dampft der Phosphor in einer völlig reinen Sauerſtoffluft nicht. Die Sauerſtoffluft wird aber dabey zu Stickſtoffluft, und dann fängt der Phosphor an, in ihr zu dampfen und zu leuchten, bis endlich ein Antheil Luft übrig bleibt, die ſich eben ſo verhält wie Stickſtoffluft, worin der Phosphor zu leuchten aufgehört hat; es muß aber die Vorrichtung dabey ſo getroffen werden, daß immer neue Lufttheile auf den Phosphor wirken können.

3. Daß durch ruhiges Stehen die reinſte Sauerſtoffluft ohne Dampf- und Lichtentwickelung einen Antheil Phosphor in ſich aufnehmen oder auflöſen kann, ohne ihn zu verbrennen, obgleich vorzüglich die franzöſiſchen Chemiker behaupten, daß die Stickſtoffluft nothwendig ſey, den Phosphor aufzulöſen, damit ihn die Sauerſtoffluft verbrennen könne. Kann nun die Sauerſtoffluft den Phosphor ebenfalls auflöſen, oder an ihm ohne Lichtentwickelung eine Veränderung hervorbringen, die aber bey der Stickſtoffluft mit Lichtentwickelung geſchieht, ſo kann die Urſache der Lichterſcheinung nicht in der Gegenwart der Sauerſtoffluft liegen, ſondern die Stickluft muß dabey die Hauptrolle ſpielen.

4. Der Phosphor leuchtet in einer von Sauerſtoffluft völlig freyen Stickſtoffluft; er wird dabey geſäuert, und in unvollkommene Phosphorſäure verwandelt, die ſich in dem Luftraume verbreitet, wo dann der Phosphor aufhört, ferner darin zu leuchten; welches Leuchten aber wieder ſeinen Anfang nimmt, wenn die Phosphorſäure auf irgend eine Art in vollkommene Phosphorſäure, wo ſie nicht mehr gasförmig bleiben kann, verwandelt worden iſt.

5. Daß die Stickſtoffluft beym Erhitzen des Phosphors eine Neigung erhält, einen größern Raum einzunehmen, als ſie vor der Erhitzung einnahm, was auch beym Leuchten, aber nur in einem niedern Grade, geſchehen kann, und wodurch dann wahrſcheinlich die völlige Wegnahme der Stickſtoffluft beym Leuchten des Phosphors erſchwert wird.

6. In der atmoſphäriſchen Luft leuchtet der Phosphor, die Sauerſtoffluft wird dabey ebenfalls zerſetzt, weil ſie geſchickt iſt, die dabey durch Hülfe der Stickſtoffluft entſtandene unvollkommene Phosphorſäure von Zeit zu Zeit in vollkommene umzuändern, bis endlich ein Antheil Stickſtoffluft übrig bleibt, in die ſelbſt ein Antheil Phosphor, in einem Zuſtande der unvollkommenen Phosphorſäure, eingetreten iſt, die hernach das fernere Leuchten hindert.

7. Daß das Leuchten des Phosphors in der Stickſtoffluſt, worin der Phosphor zu leuchten aufgehört hat, wieder ſeinen Anfang nehmen kann, wenn man Sauerſtoffgas hinzuſetzt. Daß aber die zugeſetzte Sauerſtoffluft nur allein durch dieſes Leuchten wieder weggenommen werde, ohne daß die Stickluft dabey an Menge abnehme, ſcheint Göttling nur ſcheinbar, und nicht nur in der Neigung der mehreren Ausdehnbarkeit der rückſtändigen Luft (N. 5.), ſondern auch in der neuen Entſtehung eines Antheils Stickſtoffluft zu liegen. Da die Stickſtoffluft durchs Leuchten nur ſehr langſam zerſetzt wird, und man immer mit kleinen Mengen operiren kann, ſo iſt es leicht möglich, daß dieſelbe Menge Stickſtoffluft durch Hülfe der Sauerſtoffluft wieder entſteht, welche durchs Leuchten weggenommen worden war.

8. Daß durchs Verbrennen des Phosphors in der atmoſphäriſchen Luft die Sauerſtoffluft weggenommen werde; wird aber der Phosphor ferner darin erhitzt, ſo geht er entweder als unvollkommene Phosphorſäure (dampfförmiger Phosphor), oder auch in einem Zuſtande, wo er ſich dem phosphoriſchen Waſſerſtoffgas nähert, mit dem rückſtändigen Luftraume in Verbindung, und hindert das fernere Leuchten in dieſer Luft.

9. Kann die Luft, welche, nachdem der Phosphor in der atmoſphäriſchen Luft oder auch in der Stickſtoffluft zu leuchten aufgehört hat, durch Mittel, die den darin befindlichen Phosphor zu zerſtören geſchickt ſind, wieder in den Zuſtand verſetzt werden, wo ſie das Leuchten bewirken kann; ſie wird aber dann, durchs Leuchten des Phosphors in ihr, wieder aufs neue in den Zuſtand zurückgebracht, wo ſie das Leuchten nicht mehr zu bewirken im Stande iſt.

10. Daß es Fälle gibt, wo die Luft nicht das Leuchten des Phosphors hervorzubringen im Stande iſt, ob es ihr gleich nicht an Sauerſtoffluft fehlt, und es eben daher noch lange nicht erwieſen iſt, ob die Sauerſtoffluft hiezu unumgänglich nothwendig iſt.

11. Daß es durch Verſuche, welche Andere darüber angeſtellt haben, noch lange nicht dargethan iſt, daß der Stickſtoffluft die Eigenſchaft, das Leuchten hervorzubringen, nicht zukomme, indem dieſe Luft durch den Phosphor verunreinigt, und dann den Phosphor in ſich leuchten zu laſſen, unfähig wird.

12. Daß man auch auf keine Art Stickſtoffluft habe hervorbringen können, worin der Phosphor nicht anfangs geleuchtet habe, ehe er mit ihr in eine

 eigene,

eigene, noch nicht hinlänglich bekannte Verbindung (unvollkommene Phosphorſäure) getreten ſey.

13. Daß in der Verunreinigung der Stickſtoffluft durch Phosphor wahrſcheinlich der Grund liege, warum die völlige Wegnahme derſelben ſo große Schwierigkeiten mache.

14. Daß die Sauerſtoffluft durch den Einfluß der Urſache des Lichts allerdings in den Zuſtand der Stickſtoffluft übergehen könne. Göttling fand nämlich, daß, wenn man die Sauerſtoffluft in Blaſen füllte, und ſolche durch ein glühendes Pfeifenrohr ſtreichen ließ, ſich ſolche nach und nach ebenfalls in Stickgas umänderte. Hieraus ließe ſich auch erklären, wie es zugehe, daß Waſſerdämpfe, durch ein glühendes Pfeifenrohr ſtreichen gelaſſen, in Stickgas verwandelt werden. D. Scherer ſey dagegen der Meynung, daß die Sauerſtoffluft in dieſen Fällen durch das Rohr hindurchgegangen, und daß die Blaſen keine ganz luftdichte Hüllen ſeyen, wo dann die atmoſphäriſche Luft hindurchdringe, und das Gleichgewicht erſetze. Göttling erwiedert darauf, daß man hierin ſehr leicht das Sonderbare finden werde. Das Durchdringen der Sauerſtoffluft durch die Pfeifenröhre ſey hier durch nichts erwieſen, und von der Blaſe ſey es ja bekannt genug, daß keine Luft hineinzutreten brauche, um ſich mit der innern Luft ins Gleichgewicht zu ſetzen, weil ſie nach und nach, ſo wie die Luft aus ihr herausgetrieben wird, zuſammenfalle. Sey aber auch ſchon ein Beyſpiel vorhanden, daß in dem Augenblicke, wo eine Luft durch die Hitze aus einem Gefäße herausgetrieben wird, die andere hineintrete? Dieß mußte doch hier geſchehen. Oder die Blaſen hätten ſo lange, bis alle Sauerſtoffluft

ſich

ſich entfernt hätte, zuſammenfallen müſſen, und dann, wenn die atmoſphäriſche Luft hineingedrungen wäre, hätten ſich ſolche erſt wieder aufblähen, ja ſie hätten ſich nach und nach beyde mit Stickluft füllen müſſen.

15. Daß, wenn ſich auch das Leuchten des Phosphors in der Stickſtoffluft, und die völlige Wegnahme derſelben durch den Prozeß des Leuchtens nicht beſtätigen ſollte, doch ſeine Theorie dabey völlig beſtehen könne, und es deſſen ungeachtet erwieſen ſey, daß die Grundlage der Stickſtoffluft und der Sauerſtoffluft eine und dieſelbe ſey, weil im entgegengeſetzten Falle die Sauerſtoffluft bey der Wirkung auf den Phosphor nicht zu Stickluft werden könne.

16. Daß die Operation des Leuchtens und des Verbrennens weſentlich von einander zu unterſcheiden ſey; denn beym Leuchten des Phosphors in der reinen Sauerſtoffluft entſteht Stickſtoffluft; hingegen beym Verbrennen wird der ganze Luftraum weggenommen, wenn die Sauerſtoffluft völlig von Stickluft frey war.

Die Herren Lampe und Lampadius wollten ſogar durch ihre Verſuche gefunden haben, daß der Phosphor, in der atmoſphäriſchen Luft verbrannt, Lebensluft zum Rückſtande gelaſſen, und mithin die Stickluft eingeſogen habe. Allein man hat gar bald gefunden, daß dieſe Verſuche mit unreinen Luftarten gemacht worden ſind.

Zuletzt ſuchten Fourcroy und Vauquelin [h]) die Verſuche Göttling's einer nähern Prüfung zu unter-

h) Annales de chimie. T. XXI. p. 189 — 220. überſ. in der Auswahl aus den Pariſer Annalen der Chemie zur Ergänzung der in den chemiſchen Annalen ſchon befindlichen Aufſätze. 2tes St. S. 364. f.

unterwerfen, und die Erfolge derſelben zu erklären. Erſterer hatte ſchon im Jahre 1788. in einer Abhandlung über die Verbrennung durch die luſtförmige oxygenirte Salzſäure darauf aufmerkſam gemacht, daß, während dieſes Gas den Phosphor ſehr ſchnell entzündet, die Lebensluft ihn nicht nur nicht entzündet, ſondern auch nicht einmal leuchten macht. Er erklärte dieſes Phänomen daraus, daß der Stickſtoff in der oxygenirten Salzſäure in einem viel dichtern Zuſtande iſt, als in der Lebensluft. Auch ſey ſchon Berthollet der Meynung geweſen, daß der Phosphor ſich in der Stick- und nicht in der Lebensluft auflöſe, daß er ſich in der letztern entzünde, wenn er ſich zuvor in der erſtern aufgelößt habe; daß auf dieſe Art die langſame Verbrennung in der atmoſphäriſchen Luft vor ſich gehe. Er habe aus ſeinen Beobachtungen zwey nützliche Folgerungen, zwey ſinnreiche Anſichten, gezogen, die eine über die Eudiometrie durch das Verbrennen des Phosphors, die andere über die Miſchung und Beſtandtheile thieriſcher Subſtanzen. Ob er gleich ſage, daß er Licht geſehen habe, als er den Phosphor in Stickluft brachte, ſo habe er doch nachher gefunden, daß dieſes von ein wenig Lebensluft herrührte, welche in der Stickluft enthalten war, die er durch die oxygenirte Salzſäure aus dem Ammoniak erhalten hatte. Ueberhaupt hätten ihn aber die Erfolge ſeiner Verſuche gelehrt, daß Göttling's Verſuche, ſtatt die neuere Theorie der Chemie zu ſtürzen, der Wahrheit derſelben neuen Glanz verleihen. Die von Fourcroy und Vauquelin gefundenen Thatſachen ließen folgende Folgen zu:

1. Daß der feſte Phosphor bey einer Temperatur der Atmoſphäre, welche unter 22 Grad nach Reaum. iſt, nicht brennt.

2. Daß aber der Phosphor bey dieſer und einer niedrigern Temperatur ſich in der Lebensluft auflößt, jedoch ohne Licht zu verbreiten, oder durch die Verbindung, welche er eingeht, Säure zu bilden, wie dieß bey einer viel höhern Temperatur geſchieht.

3. Daß die Eigenſchaft zu leuchten nicht bloß von der Zertheilung und Auflöſung des Phosphors abhängt, ſondern daß ſie nur dann ſtatt hat, wenn er brennt, und von ſeiner Verbrennung unzertrennlich iſt.

4. Daß das Phosphoreſciren, und folglich auch das langſame Verbrennen des Phosphors, in der Lebensluft nur beym 22ſten Grade nach Reaum. und darüber ſtatt hat.

5. Daß es nie ohne Zuſatz oder Berührung der Lebensluft entſtehen kann, die Beſchaffenheit der Luft, die Temperatur, worin er ſich befindet, und die Zeit ſeines Aufenthalts mögen beſchaffen ſeyn, wie ſie wollen.

6. Daß der Phosphor ſich ohne Wärme in der Stickluft auflößt, und daß dieſe Auflöſung ohne Entbindung von Luft vor ſich geht, wenn die Stickluft ſehr rein iſt, wie z. B. diejenige, welche man durch verdünnte Salpeterſäure aus thieriſchen Subſtanzen erhält.

7. Daß die Auflöſung des Phosphors in der Stickluft, mit Lebensluft vermiſcht, in der Dunkelheit glänzt, und beſtändig einen weißen Dampf verbreitet, der nichts anders als Phosphorſäure iſt.

8. Daß die gleichzeitige Gegenwart dieſer beyden Luftarten zur langſamen Verbrennung des Phosphors,

und

und zur Verwandlung deſſelben in Phosphorſäure, bey reiner Temperatur von 22 Grad, nothwendig iſt, und daß er aus dieſem Grunde in der atmoſphäriſchen Luft langſam verbrennt, wenn auch die Temperatur niedriger, und ſelbſt nur einige Grade über 0 iſt, da er ſich hingegen in der Lebensluft nur über dem 20ſten Grade auflößt.

9. Daß ſich während ſeiner Auflöſung in der Lebens- oder Stickluft eben ſo wenig Licht erzeugt, als in einer jeden andern Art Luft, welche nicht im Stande iſt, die Verbrennung bey einer niedrigen Temperatur zu bewirken.

10. Daß, wenn der Phosphor in der Stickluft glänzt, dieſes von einer geringen Menge von Lebensluft herrührt, welche der Stickluft beygemiſcht iſt. Dieß wird unwiderſprechlich bewieſen, wenn man der ſehr reinen Stickluft, welche den Phosphor ohne Licht auflößt, eine geringe Menge Lebensluft beymiſcht, wodurch ſie fähig wird, den hineingebrachten Phosphor zum Leuchten zu bringen.

11. Daß die brennbare Luft den Phosphor, wie Stickluft, bey einer niedrigen Temperatur auflößt, ohne Licht hervorzubringen, oder eine Verbrennung Statt findet.

12. Daß dieſe Auflöſung, ſo wie die in Stickluft, die Verbrennung des Phosphors durch die Lebensluft unter dem 20ſten Grade begünſtigt, und daß man den Phosphor in einer Miſchung der brennbaren und der Lebensluft bey jeder Temperatur in Phosphorſäure verwandeln könne, wie es in der natürlichen Miſchung der Stick- und Lebensluft, welche die atmoſphäriſche Luft bildet, geſchieht.

13.

13. Endlich, daß die verſchiedenen ſauren Luftarten und die ammoniakaliſche Luft den Phosphor bey der gewöhnlichen Temperatur nicht anders auflöſen, und daß der Phosphor nicht anders darauf glänzt, als wenn ſie ein wenig atmoſphäriſche Luft enthalten.

Hieraus ergebe ſich nun, welche Urſache bey Göttling's Irrthum zum Grunde gelegen habe; die Luftarten nämlich, womit er gearbeitet, ſeyen nicht rein genug geweſen. Außerdem wurden aber auch Fourcroy und Vauquelin bey ihren Verſuchen auf drey Thatſachen beſonders aufmerkſam, um durch deren Vergleichung mit den ſchon bekannten Sätzen Uebereinſtimmung oder Verſchiedenheit zu finden:

1. Die Auflöſung des Phosphors in der Lebens-, Stick- und brennbaren Luft, bey einer Temperatur, die zur Schmelzung und Verbrennung deſſelben nicht hoch genug iſt.

2. Die Verbrennung des Phosphors durch die Lebensluft und Hülfe der Stick- oder brennbaren Luft, bey einer Temperatur, wo die erſte allein unwirkſam bleibt.

3. Der auffallende Unterſchied in der Flamme des Phosphors in der phosphoriſchen Stickluft unter den verſchiedenen Umſtänden, wenn ſie in Lebensluft gebracht, oder wenn die Lebensluft mit der erſten verbunden wird.

Die Auflöſung des Phosphors, der kalt und feſt in Lebens-, Stick- und brennbare Luft gebracht wird, geht bey einer niedrigern Temperatur und ſelbſt unter dem 10ten Grade vor ſich, ungeachtet des Unterſchieds, der unter dem Zuſtande des feſten Phosphors und

und der elaſtiſchen Flüſſigkeiten iſt. Hieraus ergibt ſich, daß die Lebensluft hier eine andere Verbindung eingehe, als bey der Bildung der Säuren, und ſelbſt der Kalke. Um dieſe Verbindung ohne Anſäuerung, ohne Oxydation begreiflich zu machen, werde die Bemerkung zureichend seyn, daß hier eine Verbindung der Theilchen des Phosphors mit denen der Luft, ohne Zerſetzung der Lebensluft, ohne Abſonderung ſeines feurigen Auflöſungsmittels, ſtatt hat; daß dieſelbe Auflöſung in allen Fällen vor dieſer Zerſetzung und der Verbrennung, oder der innigen Verbindung des Phosphors und des Sauerſtoffs hergehe, und daß ſie ſelbſt bey allen Verkalkungen der flüchtigen und brennbaren Körper durch die Lebensluft bewirkt werde. Dieſelbe Theorie laſſe ſich alſo auch auf den Schwefel, auf die Kohle, in Hinſicht der Stickluft, anwenden. In Anſehung der brennbaren Luft ſcheine die Auflöſung des Phosphors von der Aehnlichkeit der beyden brennbaren Körper herzurühren; wir lernten daraus einen Grad der Verbindung kennen, der von der in der phosphoriſchen brennbaren Luft verſchieden ſey. Dieſe lodere bey der Berührung der Luft, jene laſſe bloß die Verbrennung durch Beymiſchung des Sauerſtoffs zu.

Eine der ſonderbarſten Erſcheinungen, welche die Verſuche uns darbieten, ſey die Eigenſchaft der Stick- und brennbaren Luft, den Phosphor in der Lebensluft bey einer niedrigen Temperatur leuchtend und verbrennlich zu machen, wovon auch die langſame Verbrennung in der atmoſphäriſchen Luft unter dem 20ſten Grade abhange. Die Verbrennung erfolge, man möge nun die reine Lebensluft mit der phosphorhaltigen Stick- und brennbaren Luft, oder die reine Stick-

und

und brennbare Luft mit der phosphorhaltigen Lebensluft in Verbindung bringen, oder endlich den Phosphor einer Miſchung von beyden, wie die atmoſphäriſche Luft, ausſetzen. Hieraus ergebe ſich ganz offenbar, daß die beyden Luftarten, wovon die eine oder die andere mit derjenigen Menge von Phosphor geſättigt ſey, die ſie in der Temperatur von 10 oder 12 Grad auflöſen können, auf einander einwirken, und nun plötzlich ihren Zuſtand verändern, weil ſie jetzt nicht mehr den Phosphor bloß aufgelößt erhalten, ſondern ihn durch ſeine innige Verbindung mit dem Sauerſtoffe in Phosphorſäure verwandeln. In dieſer gegenſeitigen Einwirkung der beyden Luftarten auf einander ſey offenbar die Urſache der langſamen Verbrennung des Phosphors zu ſuchen. Wenn man alſo erweiſen könnte, daß durch dieſe Einwirkung der Luftarten unter einander der Phosphor in den nämlichen Zuſtand verſetzt werde, worin er ſey, wenn man die langſame Verbrennung in der bis zum 22ſten Grade erhöheten Lebensluft bewirke, ſo hätten wir eine einfache und natürliche Erklärung dieſer Erſcheinung gefunden. Wenn man nun als eine ſehr wahrſcheinliche Hypotheſe annehme, daß der Phosphor, ungeachtet ſeine Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe viel ſtärker ſey, als die des Wärmeſtoffs dazu, deswegen nicht in der Lebensluft, ohne Hülfe der Wärme, verbrenne, weil die Kraft des Zuſammenhangs unter den Theilchen ſich der Wirkung dieſer Verwandtſchaft widerſetze; ſo ſehe man ein, wie durch die Entfernung der Theilchen von einander, vermittelſt des hinzugekommenen Wärmeſtoffs, die Verwandtſchaft des Phosphors zum Sauerſtoffe das Uebergewicht erhalten und ſeine Verbrennung bewirken könne. Aus derſelben Theorie könnten wir die Verbrennung des Phosphors in der kalten Lebens-

bensluſt, durch die Beymiſchung der Stick⸗ oder brennbaren Luſt, die in demſelben Augenblicke vor ſich gehe, wo man der Lebensluſt phosphorhaltige brennbare oder Stickluſt zuſetze, erklären. Dieſer verbrennliche Körper ſey hinlänglich zertheilt, ſeine Theilchen ſeyen weit genug von einander entfernt, um die Lebensluſt zerſetzen, den Sauerſtoff einſaugen, und den Wärmeſtoff und das Licht entbinden zu können. Läßt man Stickluſt in die Lebensluſt übergehen, welche den Phosphor aufgelößt hält, ſo werden die zu ſehr zuſammengedrängten Theilchen des Phosphors auf einmal die hinzukommende Stickluſt, welche ſich zwiſchen die Theilchen der Lebensluſt drängt, von einander entfernt; und da dieſe Entfernung den Widerſtand aufhebt, welcher die innige Verbindung des Phosphors mit dem Sauerſtoffe verhinderte, ſo geſchiehe nun ſogleich die Verbrennung.

Die dritte Erſcheinung ſey noch viel ſonderbarer und auffallender. Wie laſſe es ſich erklären, daß, wenn man die reine oder phosphorhaltige Stickſtoffluſt in reine oder phosphorhaltige Lebensluſt bringe, wo es alſo gleichgültig ſey, welche von beyden den Phosphor enthalte, die Flamme viel größer und leuchtender ſey, als wenn man die Lebensluſt in die Stickluſt übergehen laſſe? Nach ihrer Meynung liege die einfache Urſache dieſer Erſcheinung in der verſchiedenen Dichtigkeit und Schwere der beyden Luftarten. Denn wenn man Stickluſt in die Lebensluſt bringe, ſo durchkreuze und durchdringe dieſe, welche viel leichter und lockerer ſey, als jene, die letzte ſehr ſchnell, berühre ſie in einer großen Menge von Punkten auf einmal, und ſetze ſo den Phosphor an allen Punkten in Brand. Bringe man hingegen die Lebensluſt in die Stickluſt,

ſo

ſo dringen die Blaſen der erſten, welche viel dichter und ſchwerer ſind, nur mit Mühe in die Stickluft ein, durchkreuzen ſie nicht eigentlich, ſondern ſinken nur unter ſie hinab, kommen nur mit einem Theile derſelben in Berührung, und ſo entſtehe alſo dieſe eingeſchloſſene und begränzte Verbrennung des Phosphors.

Was endlich noch den Verſuch betrifft, daß Waſſerdämpfe, durch glühende irdene oder Glasröhren geleitet, wahre Stickluft geben, ſo hatten die Amſterdammer Chemiker denſelben vielfältig wiederholt, und glaubten bewieſen zu haben, daß das Stickgas, das ſich beym Durchgange durch irdene oder gläſerne Röhren zeigt, lediglich dem Eindringen der äußern Luft zuzuſchreiben ſey, und daß bey Apparaten, die für atmoſphäriſche Luft undurchdringlich ſind, unter dieſen Umſtänden kein Stickgas zu finden ſey. Indeſſen hatte der berühmte Chemiker Wurzer[i]) in Bern zu beweiſen geſucht, daß das Waſſer, wenn es in geringer Menge plötzlich der Glühehitze ausgeſetzt werde, ſich in Stickgas verwandele. Da es nämlich bekannt iſt, daß glühendes Kupfer auf keinen der beyden von Lavoiſier bewieſenen Beſtandtheilen des Waſſers wirkt, ſo nahm Wurzer zwey Halbkugeln aus Kupfer, die in einander paßten, und mit einem Eiſendrathe zuſammengehalten wurden, in deren eine zwey Röhren, eine zum Hineintröpfeln des Waſſers, die andere zum Abführen des erzeugten Gas unter dem chemiſch-pneumatiſchen Apparate eingekittet war. Die Halbkugeln wurden glühend gemacht, und von 26 Cubikzoll Gas, die ſich auf dieſe Art bildeten, ver-

i) Crell's chemiſche Annalen. 1799. I. 2. 3. Stück.

verſchluckte Kalkwaſſer 2 Cubikzoll, und die 24 übrigen waren Stickgas.

Die Amſterdammer Chemiker verwunderten ſich über Wurzer's Behauptung, und unternahmen es, den Verſuch zu prüfen. Da ſie bey den vorigen Verſuchen öfters Waſſerdämpfe durch ſehr enge, 2 Linien dicke glühende Kupferröhren getrieben hatten, ohne dadurch das mindeſte Gas zu erzeugen, ſo ließ dieß ihnen einen Fehler in dem Wurzer'ſchen Apparat vermuthen. Denn daß einmal liquides, das andere mal dampfförmiges Waſſer mit dem glühenden Kupfer in Berührung kam, konnte offenbar dieſen Unterſchied nicht bewirken; auch waren ihre Röhren ſo eng als möglich. Um indeß allen Zweifel in dieſer Materie zu heben, ließen ſie den Wurzer'ſchen Apparat einiger Maaßen aus Einem Stück nachmachen. In einer Kugel aus gegoſſenem Kupfer, 4 Zoll im Durchmeſſer, wurden zwey Kupferröhren mit einem ſchwer ſchmelzbaren Lothe eingelöthet, und an die für das Waſſer beſtimmte ein kleiner kupferner Trichter angelöthet, der ſich unten ſo verengerte, daß er nur einzelne Waſſertropfen durchließ. Nachdem die Kugel zum Glühen gebracht war, ließen ſie einige Waſſertropfen hineinfallen. Augenblicklich drangen unter dem pnevmatiſchen Apparate aus der zweyten Röhre Waſſerdämpfe, mit Luft vermiſcht, hervor; doch nahm die Luftmenge bey jedem der folgenden Tropfen ab. Bey der Unterſuchung derſelben fand ſich, daß es atmoſphäriſche Luft war, welche durch die Ausdehnung der plötzlich entſtehenden Waſſerdämpfe mit zur Kugel hinausgetrieben wurde. Dieſe bey einer Weißglühehitze während einiger Minuten aufgefangene atmoſphäriſche Luft nahm keinen Cubikzoll ein; von einer Entbindung von Stickgas zeigte

zeigte ſich keine Spur, und es blieb daher wohl keinem Zweifel unterworfen, daß der Wurzer'ſche Apparat, der zu ſchlecht gegen das Eindringen der atmoſphäriſchen Luft verwahrt war, das Stickgas nicht aus dem Waſſer entwickelte, ſondern aus der Atmoſphäre zugeführt enthielt. Dieſes beweiſe auch der Antheil vom kohlenſauren Gas, welchen Wurzer fand, und der ſich auf keinen Fall aus dem Waſſer entbinden konnte, ſondern ſeinen Urſprung dem Sauerſtoffe der Atmoſphäre verdankte, welche beym Eindringen in die Kugel durch den Kitt, der in der Hitze nur allzuleicht Ritze erhält, mit Kohlenſtoff aus dem Ofen ſich geſchwängert hatte.

Einer noch genauern Unterſuchung wurde der Wurzer'ſche Verſuch von dem Hrn. von Hauch [k]) unterworfen. Dieſer ließ ſich den Wurzer'ſchen Apparat mit einiger Veränderung vom reinſten Silber aus dem Ganzen verfertigen, um das etwanige Eindringen der äußern Luft zwiſchen den beyden zuſammenlutirten Tiegeln zu verhüten. Er wiederholte hiemit den Verſuch auf vielfältige und mannigfaltige Art, und fand, daß die Luft, welche er erhielt, atmoſphäriſche Luft war. Die Menge dieſer Luft war deſto größer, je kälter das in der pnevmatiſchen Wanne von Luft gereinigte und ſtets im Kochen erhaltene Waſſer war. Hr. von Hauch ſchloß daraus, daß das erhaltene Gas durch die Hitze aus dem kalten Waſſer, welches ſich beſtändig in ſelbigem befindet, herausgetrieben worden ſey.

Daß

k) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. II. S. 369. f.

Daß durch das Wachsthum der Pflanzen die verdorbene Luft wieder verbeſſert werde, hatte zwar Prieſtley, wie oben bereits angeführt worden, zuerſt entdeckt; allein andern Naturforſchern, welche dieſe Verſuche wiederholten, wollte es nicht gelingen, die verdorbene Luft durch dieſes Mittel wieder herzuſtellen, und ſelbſt Prieſtley fand im Jahre 1778. bey Wiederholung dieſer Verſuche das Reſultat derſelben ſehr zweifelhaft. Im Jahre 1779. machte aber endlich Ingenhouß[l]) verſchiedene Verſuche mit Pflanzen bekannt, aus welchen er folgende Reſultate ziehen konnte: 1. die meiſten Pflanzen haben die Kraft, verdorbene Luft in kurzer Zeit zu verbeſſern, wenn ſie dem Sonnenlichte ausgeſetzt werden, im Gegentheil machen ſie die Luft zur Nachtzeit unrein, und wenn ſie im Schatten ſich befinden; 2. geben die Pflanzen aus ihrer eigenen Subſtanz am Sonnenlichte eine reine dephlogiſtiſirte Luft, in der Nacht aber, oder im Schatten, eine ſehr unreine Luft; 3. dieſe Wirkung bringen nicht alle Theile der Pflanzen, ſondern nur die grünen Blätter und Stengel, beſonders durch ihre untere Seite, hervor; 4. fängt die Entwickelung der dephlogiſtiſirten Luft erſt einige Stunden nach der Erſcheinung der Sonne über dem Horizonte an, und höre mit Tagesende auf. Uebrigens betrage aber die ſchädliche Luft aus einer Pflanze zur Nachtzeit kaum $\frac{1}{100}$ von der dephlogiſtiſirten, welche an einem heitern Tage in 2 Stunden aus ihr entwickelt werde. Senebier

l) Experiments upon vegetables. Lond. 1779. 8. Verſuche mit Pflanzen, wodurch entdeckt worden, daß ſie die Kraft beſitzen, die atmoſphäriſche Luft beym Sonnenſchein zu reinigen, des Nachts aber zu verſchlimmern. Leipzig 1780. 8. Wien. Theil I — III. 1785 — 1790. 8.

nebier [m]) in Genf ſuchte dagegen zu behaupten, daß die Pflanzen zur Nachtzeit gar keine Luft gäben, welches aber Ingenhouß [n]) widerlegt, und die Richtigkeit ſeiner Behauptung durch hinlängliche Verſuche beſtätigt hat. Ueberdem hatte Sennebier in mehreren Schriften [o]) behauptet, und zugleich mit Verſuchen unterſtützt, daß das Wachsthum der Pflanzen eine Zerſetzung der Kohlenſäure bewirke, wobey der Kohlenſtoff in der Pflanze zurückbleibe, der Sauerſtoff aber durch den Einfluß der Wärme als Lebensluft von der Pflanze ausgehaucht werde. Hieraus ſuchen die Antiphlogiſtiker zu erklären, wo die große Menge von kohlenſaurem Gas bleibe, welches durchs Verbrennen, durchs Athmen der Thiere, durch Gährung u. ſ. f. erzeugt werde. Ingenhouß's Verſuche erwieſen aber, daß die Pflanzen zur Entwickelung des Sauerſtoffgas während ihres Wachsthums im Sonnenlichte gar kein kohlenſaures Gas, weder im Waſſer, noch in der umgebenden Atmoſphäre, nöthig haben, und es

m) Mémoires phyſico-chymiques ſur l'influence de la lumière ſolaire pour modifier les êtres des trois regnes de la nature, et ſurtout ceux du regne végétal. à Geneve 1782. T. I — III. 8. Joh. Sennebier phyſikaliſch-chemiſche Abhandlung über den Einfluß des Sonnenlichts auf alle drey Reiche der Natur. A. d. Franz. Th. I — IV. Leipz. 1785. 8.

n) Einige Bemerkungen über die Oekonomie der Pflanzen; in den vermiſchten Schriften durch Molitor. Wien 1784. 8. B. I. S. 341. f.

o) Recherches ſur l'influence de la lumière ſolaire pour metamorphoſer l'air fixe au air pur par la végétation. à Geneve 1783. 8. Nouvelles experiences ſur l'action de la lumière ſolaire pour la végétation. à Geneve 1788. 8.

es ſey mithin die Erzeugung der Lebensluft nicht ausſchließend der Kohlenſäure zuzuſchreiben. Indeſſen iſt doch auch die Thatſache nicht zu bezweifeln, daß die Gewächſe wirklich das Vermögen beſitzen, welches ihnen Sennebier beygelegt hat, durch die Wirkung des Sonnenlichts das mit dem Waſſer oder aus der Luft eingeſogene kohlenſaure Gas zu zerſetzen, und in Lebensluft umzuändern.

Auch Hr. Haſſenfratz p) hat gegen die Zerſetzung der Kohlenſäure durch das Wachsthum der Pflanzen erhebliche und durch Verſuche unterſtützte Einwendungen gemacht. Diejenigen Pflanzen, welche er im kohlengeſäuerten Waſſer aufgezogen hatte, gaben ihm bey der Zerlegung nicht mehr Kohlenſtoff, als die andern. Auch meint er, daß bey einer ſolchen Operation, welche als der umgekehrte Prozeß des Verbrennens der Kohle im Sauerſtoffgas zu betrachten ſey, ſehr vieler freyer Wärmeſtoff gebunden, und daher Kälte erzeugt werde; da doch nach mehreren Beobachtungen das Wachsthum eine den Pflanzen eigene Wärme hervorbringen ſolle. Ja es müſſe endlich die Luft unter der Glocke, wie durch das Wachsthum der Pflanze das kohlenſaure Gas zerſetzt wird, am Volumen zunehmen, und durch den abgeſchiedenen Sauerſtoff an Heilſamkeit zunehmen, wovon er aber bey ſeinen länger als einen Monath fortgeſetzten Beobachtungen nicht das geringſte wahrgenommen hatte. Er glaubt daher, daß keineswegs das kohlenſaure Gas, wohl aber das Waſſer zerſetzt werde.

Senne-

p) Sur la nutration de vègéteaux; ſec. mémoir. in den Annal. de chemie, T. XIII. p. 318. ſq.

Sennebier[q]) ſucht alle dieſe Einwürfe dadurch zu heben, daß er ſagt: es ſey die Menge von Kohlenſtoff in einer Pflanze viel zu gering, um einen Unterſchied darin beym Wachsthume im kohlengeſäuerten Waſſer und im andern Waſſer wahrnehmen zu können; die eigene Wärme der Pflanzen ſey noch nicht ſo ganz ausgemacht, wie er bereits in einer andern Abhandlung gezeigt habe[r]), und auf die äußere Wärme des Sonnenlichts könne hiebey keine Rückſicht genommen werden; auch habe er wirklich durch langes fortgeſetztes Wachsthum der Pflanzen die Luft unter der Glocke merklich verbeſſert, ſogar das Stickgas verbeſſert, und die brennbare Luft in Knallluft verwandelt gefunden.

Aus dieſen Erfahrungen hat man den Erſatz des abgängigen Sauerſtoffs in der Atmoſphäre herzuleiten geſucht; allein wenn man bedenkt, wie viel Luft von Zeit zu Zeit durch die gewöhnlichen phlogiſtiſchen Prozeſſe zerſetzt wird, ſo ſcheint die Vegetation allein zum Erſatz eines ſo großen Verluſts nicht hinreichend zu ſeyn. Die Antiphlogiſtiker behaupten, daß die atmoſphäriſche Luft bey der Vegetation durch die Zerlegung des Waſſers verbeſſert werde, welches nach Lavoiſier aus Waſſerſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt iſt, indem ſich nämlich der Waſſerſtoff mit der Pflanze verbindet, der Sauerſtoff aber frey wird, und

q) Ueber die Wahrſcheinlichkeit, daß das kohlenſaure Gas durch die Pflanzen bey ihrem Wachsthume zerſetzt werde. A. d. Journal de phyſ. T. XXI. p. 205. ſq. überſetzt in Gren's neuem Journal der Phyſik. B. I. S. 229. f.

r) Les végéteaux ont-ils une chaleur, qui leur ſoit propre? Journ. de phyſ. T. XL.

und in Gasgeſtalt in die Atmoſphäre übergeht. Hiernach wäre alſo das Waſſer das vorzüglichſte Mittel, welches durch den Sauerſtoff des zerſetzten Waſſers die Salubrität der verdorbenen Luft wieder herſtellte. Da aber auch die Antiphlogiſtiker zur Erklärung verſchiedener Meteore ſehr ſtarke Zuſammenſetzungen vom Waſſer im Luftkreiſe annehmen, welche eine außerordentliche Menge von Sauerſtoff erfordern, ſo wird es noch ſchwerer, zu begreifen, wie eine ſo große Quantität Sauerſtoff durch eine ſolche geringe Waſſerzerlegung, als die Pflanzen bewirken, erſetzt werden könne.

Sonſt nahm man die Menge der in der Atmoſphäre befindlichen Kohlenſäure ſehr groß an, nämlich 0,06. Girtanner ſchätzt ſie auf 0,01; überhaupt fehlt es aber an ſichern Erfahrungen. Nach zahlreichen Verſuchen des Hrn. von Humboldt iſt die Mittelzahl für die gemäßigte Zone nahe an 0,015. Das Maximum, welches er fand, iſt 0,018, das Minimum 0,005. Hr. de Sauſſüre fand auf dem Gipfel des Montblanc noch Kohlenſäure, welche wahrſcheinlich durch kohlenſtoffhaltige Flechten (lichen ſulphureus), ſo wie weiter unten durch die Chloriterde und Hornblende hervorgebracht wird. In der Luft, welche Garnerin aus einer Höhe von 650 Toiſen mitbrachte, war eben ſo viel Kohlenſäure, wie damals zu Paris. Nach dieſen Erfahrungen ſcheint alſo die Kohlenſäure kein zufälliger, ſondern ein allgemein verbreiteter Zuſtand der Atmoſphäre zu ſeyn. Das Regenwaſſer zeigte ihm keine Spur von Kohlenſäure. Lange wiederholte Vergleichung des Anthracometers mit dem Hygrometer haben zwar gezeigt, daß im Sommer im Ganzen mehr Kohlenſäure in der Atmoſphä-

moſphäre iſt, daß aber dieſer Unterſchied keinesweges in den hygrometriſchen Verhältniſſen des Luftkreiſes gegründet iſt. Aus dieſen Urſachen erhellet auch, daß wir die nächſten Urſachen des zunehmenden und abnehmenden Kohlenſäuregehalts noch nicht zu beſtimmen im Stande ſind.

Aus Verſuchen, welche der Hr. von Humboldt über die Beſchaffenheit des Luftkreiſes der gemäßigten Zone mit dem Eudiometer, dem Barometer, Elektrometer, Anthracometer, dem de Sauſſüre'ſchen und de Lüc'ſchen Hygrometer, während 6 Monathen täglich mehrere male angeſtellt hat, ſind die wichtigſten Reſultate folgende: Wenn beym trüben Wetter die Dünſte ſich auflöſen, die Wolken verſchwinden, und des Himmels Gewölbe ſich blau färbt, ſo nimmt meiſtentheils die Sauerſtoffmenge des Luftkreiſes zu; dagegen nimmt ſie meiſtens ab, wenn am blauen heitern Himmel das Cyanometer von 20° bis 7° übergeht, und wenn Regen- oder Schneewolken ſich bilden. Schlackigtes Wetter, beſonders Hagel mit Schnee gemiſcht, kündigt die geringſte Sauerſtoffmenge an. Beym Nebel mit ſtarker negativer Elektricität, indem die Waſſerdünſte ſich auflöſen, iſt die Luft ſehr reich an Sauerſtoff. Das Schmelzen des Schnees, bisweilen das Fallen eines großflockigten, leicht zergehenden Schnees verbeſſert den Luftkreis. Eine ähnliche Verbeſſerung wird häufig bey den im Frühjahre gewöhnlich wohlriechenden Strichregen bemerkt, bey welchen die Elektricität häufig aus der poſitiven in die negative übergeht. Die Verminderung bey der Bildung des Regens leitet von Humboldt aus dem Verſchlucken deſſelben durch das gebildete Waſſer her, oder durch die Umhüllung der Dunſt-

Dunſtbläschen durch ſauerſtoffreichere Atmoſphären. Das Maximum des Sauerſtoffgehalts fand er 0,290, und das Minimum 0,256. Die elektriſche Ladung des Luftkreiſes fand er ſtets poſitiv, negativ war ſie nur in einzelnen Minuten.

Endlich hat John Dalton [s]) ganz neue Anſichten über die Beſchaffenheit der atmoſphäriſchen Luft aufgeſtellt. Er bemerkt, daß die neuere Chemie dargethan habe, daß die Atmoſphäre aus verſchiedenen elaſtiſchen Flüſſigkeiten beſtehe, welche ſich durch eigenthümliche Eigenſchaften unterſcheiden. Da ſie aber doch alle in ihrer Elaſticität übereinſtimmen, indem die Repulſivkraft zwiſchen den Theilchen in umgekehrten Verhältniſſen ihrer Entfernungen von einander ſtehen; ſo ſchienen die neuern Phyſiker angenommen zu haben, daß daſſelbe Geſetz der Repulſion auch zwiſchen je 2 Theilchen der verſchiedenartigen elaſtiſchen Flüſſigkeiten ſo gut als zwiſchen je 2 Theilchen derſelben Flüſſigkeit gelte. Dieſe ſtillſchweigende Annahme ſchien ihm indeß ſehr unglücklich, und der Grund mancher Irrung und Ungewißheit zu ſeyn, in welche die Phyſiker und Chemiker ſich ohne ſie nicht würden verſtrickt haben.

Ueber das Verhalten je zweyer Theilchen ſolcher verſchiedenartiger Flüſſigkeiten gegen einander ließen ſich 4 verſchiedene Hypotheſen aufſtellen:

1. Die Theilchen der verſchiedenartigen Flüſſigkeiten üben gegen einander dieſelbe, oder

2. eine größere oder kleinere Repulſivkraft aus, als gegen die gleichartigen Theilchen ihrer Flüſſigkeit, oder

3.

s) *Nicholſon* Journal of natural philoſophy. T.V. p.241.

3. ſie ſtoßen ſich gar nicht zurück, ſind alſo in Beziehung auf einander ganz unelaſtiſch, und daher auch in ihren gegenſeitigen Wirkungen auf einander den Geſetzen nicht elaſtiſcher Körper unterworfen, oder

4. die Theilchen der einen Flüſſigkeit haben zu den Theilchen der andern chemiſche Verwandtſchaft, und ziehen ſich daher an.

Nach der erſten Hypotheſe müßten, wenn man von zwey elaſtiſchen Flüſſigkeiten A und B, die ein gleiches ſpecifiſches Gewicht haben, von der erſten m, von der andern n Maaß im pnevmatiſchen Apparate, bey dem gewöhnlichen Luftdrucke von 30 engl. Zollen Queckſilberhöhe, mit einander miſcht, beyde ein Volumen von m + n Maaß einnehmen, und immerfort in demſelben Zuſtande bleiben, worin ſie ſich befanden, als ſie in den Apparat kamen. Wäre dagegen A ſpecifiſch leichter als B, ſo müßte A den obern, B den untern Theil des Apparats einnehmen, ihr Volumen aber unverändert daſſelbe bleiben. In beyden Fällen litten alle Theilchen der vermiſchten Flüſſigkeiten einen gleichen Druck, nämlich von 30 engliſchen Zollen Queckſilberhöhe.

Wenn, der zweyten Hypotheſe gemäß, die Theile der Flüſſigkeiten A und B ſich gegenſeitig ſtärker oder ſchwächer, als die gleichartigen Theilchen derſelben Flüſſigkeit, zurückſtießen: ſo würden zwar noch immer m Maaß von A, und n Maaß von B, einen Raum von m + n Maaß einnehmen, und jedes Theilchen beyder würde dabey einerley Druck, nämlich von 30 engl. Zollen Queckſilberhöhe, leiden; aber beyde Flüſſigkeiten ließen ſich nicht mit einander vermiſchen, wofern nicht die Repulſivkräfte, welche ihre Theilchen gegen ein-

einander ausüben, ſich wie die Cubikwurzeln des ſpecifiſchen Gewichts dieſer Theilchen verhalten; oder, welches auf daſſelbe hinausläuft, wofern nicht beyde Flüſſigkeiten von einerley ſpecifiſchem Gewichte ſind.

Wenn, nach der dritten Hypotheſe, die Theilchen beyder Flüſſigkeiten weder eine Repulſion, noch eine Anziehung auf einander äußerten; ſo würden wiederum m Maaß von A, und n Maaß von B, den Raum von m + n Maaß einnehmen. Dabey würden aber beyde Flüſſigkeiten, wie auch ihr ſpecifiſches Gewicht beſchaffen wäre, in ſehr kurzer Zeit, wo nicht augenblicklich, aufs gleichförmigſte durch einander verbreitet und aufs innigſte gemiſcht ſeyn, ſo daß jede einzeln genommen in dieſer Miſchung durchaus von gleichförmiger Dichtigkeit wäre. Und zwar, ſetzt man die Dichtigkeit der gemiſchten Flüſſigkeit = 1, müßte die Dichtigkeit der Flüſſigkeit A $= \frac{m}{m+n}$, und die der Flüſſigkeit B $= \frac{n}{m+n}$ ſeyn. Denn wenn die Theilchen lediglich von den gleichartigen Theilchen derſelben Flüſſigkeit zurückgeſtoßen werden, ſo müſſen ſie ſich durch ein dünnes Mittel gerade ſo verbreiten, als im leeren Raume, da jedes Partikelchen von dem benachbarten gleichartigen möglichſt weit zurückgetrieben wird; höchſtens würde das Verbreiten der Flüſſigkeiten durch einander etwas retardirt. Der Druck auf jedes Theilchen iſt in dieſem Falle nicht, wie zuvor, der Dichtigkeit der gemiſchten Flüſſigkeit, ſondern der Dichtigkeit der Theilchen ihrer eigenen Art proportional, und beträgt mithin auf 1 Theilchen der Flüſſigkeit A nur $\frac{m}{m+n}$ 30 engl. Zolle Queckſilberhöhe,

und

und auf jedes Theilchen der Flüſſigkeit B nur $\frac{n}{m+n}$ 30 engl. Zoll Queckſilberhöhe. Denn dieſe Preſſungen entſtehen lediglich durch die Theilchen ihrer eigenen Art.

Kommen, der vierten Hypotheſe gemäß, zwey elaſtiſche Flüſſigkeiten A und B zuſammen, deren ungleichartige Theilchen, ſtatt ſich abzuſtoßen, ſich gegenſeitig anziehen, ſo coaleſciren je zwey oder mehrere Theilchen mit einander, und es entſteht eine gemiſchte Flüſſigkeit von eigenthümlichen Eigenſchaften. Bleibt ſie ein elaſtiſches Fluidum von derſelben Temperatur, ſo werden m Maaß von A, und n Maaß von B, einen kleinern Raum, als den von m + n Maaß, einnehmen, und die gemiſchte Flüſſigkeit wird ſpecifiſch ſchwerer ſeyn, als beyde einzeln; dieſes iſt wenigſtens das Wahrſcheinlichſte.

Nun kommt es darauf an, welche von dieſen Hypotheſen ausgemachte Thatſachen in der Natur am beſten erklärt.

Werden zwey Gasarten von verſchiedenem ſpecifiſchen Gewichte, z. B. Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas, in daſſelbe Gefäß geſperrt, ſo finden ſie ſich immer beyde durch die ganze Capacität des Gefäßes gleichförmig verbreitet, gegen die Geſetze der Hydroſtatik. Was die elaſtiſchen Dämpfe von Flüſſigkeiten betrifft, ſo kann Waſſerdampf, bey einer Temperatur unter 212° Fahrenh., wahrſcheinlich keinen Druck ertragen, der dem der Atmoſphäre gleich iſt; Alkoholdampf erfordert eine Höhe von 175° Fahrenh., und Aetherdampf eine Wärme von 100 bis 105° Fahrenh., um durch den Druck von 30 engl. Zoll Queckſilberhöhe

Höhe überhaupt nur gebildet zu werden, und doch ſehen wir täglich die Flüſſigkeiten, aus denen ſie entſtehen, in viel niedrigern Temperaturen verdunſten.

Die erſte dieſer Thatſachen läßt ſich weder mit der erſten, noch mit der zweyten Hypotheſe vereinigen; und um dieſe Hypotheſe mit der zweyten Thatſache zu vereinigen, muß man ſeine Zuflucht zu einer neuen Hypotheſe nehmen, daß nämlich die Gasarten, welche die Atmoſphäre ausmachen, als ein allgemeines Auflöſungsmittel wirken, und alle Flüſſigkeiten, ohne Ausnahme, mehr oder minder auflöſen; eine Annahme, welche indeß nicht ohne Schwierigkeit iſt; denn das ſpecifiſche Gewicht der Gasarten wird durch dieſen Prozeß vermindert, ſtatt vermehrt zu werden, und die aufgelößte Flüſſigkeit verſchluckt Wärme, gerade ſo, als würde ſie in eine beſondere elaſtiſche Flüſſigkeit verwandelt.

Nimmt man dagegen die dritte Hypotheſe an, ſo fällt alle Schwierigkeit bey der Erklärung beyder Thatſachen, und jeder andern, weg, und ſie ſind vollkommen unverſtändlich. Daß Gasarten von noch ſo verſchiedenem ſpecifiſchen Gewichte ſich innig miſchen, und durch den ganzen Raum verbreiten müſſen, iſt eine nothwendige Folge aus dieſer Hypotheſe. Dämpfe von Waſſer und jeder andern Flüſſigkeit, die ſich nicht chemiſch mit dem Stickgas oder dem Sauerſtoffgas, oder einer andern Gasart der Atmoſphäre, verbindet, können, dieſer Hypotheſe gemäß, bey jeder Temperatur der Atmoſphäre in ihr aus lauter verſchiedenen Flüſſigkeiten, und ganz unabhängig von dem Drucke derſelben auf die Oberfläche der Erde, beſtehen, da jeder andere Druck, als der, der aus der Schwere ihrer eigenen Theilchen entſteht, auf ſie nicht den mindeſten

Einfluß

Einfluß hat, und jeder Dampf in Rückſicht des Drucks ſich unter denſelben Umſtänden befindet, als wäre er die einzige elaſtiſche Flüſſigkeit, welche die Atmoſphäre bildet.

Nach Dalton ſcheint die Atmoſphäre im Ganzen ein Zuſammengeſetztes hauptſächlich aus 4 Flüſſigkeiten oder aus 4 beſondern Atmoſphären zu ſeyn: von Stickgas, welches an der Oberfläche der Erde im Mittel einen Druck von 21,2 engl. Zoll Queckſilberhöhe ausübt; von Sauerſtoffgas, deſſen Druck im Mittel 7,8 engl. Zoll Queckſilberhöhe ausmacht; von Waſſerdampf, deſſen Druck an der Erdfläche von 1 Zoll bis 0,1 Zoll Queckſilberhöhe und weniger nach Verſchiedenheit des Klima's und der Jahrszeit variirt; und von kohlenſaurem Gas, deſſen Druck an der Erdoberfläche $\frac{1}{2}$ Zoll Queckſilberhöhe betragen mag. Alle dieſe Gasarten und der Dampf drucken einzeln, und ſind in dem Drucke, den ſie auf der Oberfläche der Erde ausüben, von einander unabhängig. Eine dieſer elaſtiſchen Flüſſigkeiten kann wegfallen, oder die Anzahl derſelben kann vermehrt werden, ohne daß dieſes auf die andere weſentlich Einfluß hätte, oder die Dichtigkeit derſelben im mindeſten veränderte.

Die von Dalton vorgetragene Hypotheſe fordert unumgänglich, daß die Kraft der Dämpfe irgend einer Flüſſigkeit lediglich von der Temperatur abhange, und daher in allen Gasarten dieſelbe, als in einem luftleeren Recipienten ſey. Daß dieß wirklich der Fall ſey, hat er durch Verſuche mit verſchiedenen Flüſſigkeiten dargethan.

Was das hepatiſche Gas betrifft, welches Bergmann zuerſt entdeckte, ſo haben die Chemiker

über die Natur deſſelben verſchiedene Meynungen gehabt. Selbſt die Antiphlogiſtiker ſind in der Erklärung und Entſtehung dieſes Gas nicht ganz einig. Fourcroy und verſchiedene Holländiſche Chemiker [t]) ſind der Meynung, daß die Schwefelleber das Waſſer ſchon an ſich durch die größere Verwandtſchaft des Schwefels mit dem Sauerſtoffe zerſetze; daher verbinde ſich ein Theil des Schwefels mit dem Sauerſtoffe des Waſſers zur Schwefelſäure, welche mit der alkaliſchen Subſtanz der Schwefelleber zum ſchwefelſauren Neutral- oder Mittelſalz zuſammentrete; der frey werdende Wärmeſtoff verbinde ſich mit einem Theile des Schwefels, und bilde die Grundlage des hepatiſchen Gas. Dieſe Grundlage werde aber von dem frey gewordenen Theile des Alkali feſt zurückgehalten, und entlaſſe ſie erſt beym Zuſatz einer Säure, wo ſie nun durch die Einwirkung des Wärmeſtoffs gasförmig werde. Hiernach entſteht alſo das hepatiſche Gas aus der Zerſetzung des Waſſers, und die Säure iſt bloß dazu erforderlich, um die Grundlage deſſelben vom Alkali los zu machen. Auch erfolgt die Zerſetzung des Waſſers nur ſo lange, bis die alkaliſche Subſtanz mit der erzeugten Grundlage des hepatiſchen Gas geſättigt iſt. Bringt man aber hepatiſches Gas und Sauerſtoff zuſammen, ſo verbindet ſich der Waſſerſtoff des erſtern mit dem Sauerſtoff des andern, und es entſteht wieder Waſſer, der Schwefel des hepatiſchen Gas wird abgeſchieden, dieß wird alſo zerſetzt, und eben ſo auch das Sauerſtoffgas.

Andere

t) Elem. de chimie. 4. edit. T. II. S. 355. Mémoir. ſur la nature des ſulfures alcalins, par MM. *Deiman*, *Paets van Trooſtwyk*, *Nieuwland* et *Bondt*; im Journ. de phyſ. Juin. 1792. S. 409. und Annal. de chimie. T. XIV. p. 311.

Andere hingegen behaupten [u]), daß die Schwe- felleber das Waſſer nicht für ſich zerſetze, ſondern erſt in Verbindung mit einer Säure, deren Wärme- ſtoff mit dem Wärmeſtoffe des Waſſers zuſammentrete, welches mit einem Theile Schwefel das hepatiſche Gas bilde; ein anderer Theil des Schwefels aber werde durch die Aufnahme des Sauerſtoffs vom Waſſer zur Schwefelſäure.

Nach Gren's [x]) Theorie iſt die Baſis des hepatiſchen Gas brennbarhaltiger Waſſerſtoff und Schwefel. Durch die Verbindung des Schwefels mit Alkalien und alkaliniſchen Erden erhält nämlich derſelbe das Vermögen, das Waſſer durch Anziehung des Sauerſtoffs zu zerſetzen, was er für ſich allein nicht vermag. So wie alſo Schwefelalkali mit dem Waſſer in Berührung kommt, ſo entzieht es ihm Sauerſtoff, welcher mit einem Theile des Schwefels zur Schwefelſäure wird, die mit der alkaliſchen Sub- ſtanz in Verbindung geht, während der Brennſtoff dieſes zur Schwefelſäure werdenden Schwefels an den Wärmeſtoff tritt. Dieſer frey werdende Wärmeſtoff des Waſſers nimmt einen Theil Schwefel auf, und bildet damit die Baſis des hepatiſchen Gas, die aber von dem frey gewordenen Theile des Alkali zurückge- halten, und erſt beym Zuſatze und durch Hülfe der Wärme daraus frey wird, und als Gas entweicht. Wenn auf das trockene Schwefelalkali eine verdünnte Säure gegoſſen wird, ſo iſt es nur das Waſſer der Säure, welches das hepatiſche Gas bilden hilft, und die

u) Annales de chimie. T. XIV. p. 311.

x) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. §. 986.

die Säure trägt weiter nichts bey, als daß ſie die Baſis des Gas vom Alkali, wovon ſie aufgelößt wird, entbindet. Die Zerſetzung des ſchwefelhaltigen Waſſerſtoffgas durch Sauerſtoffgas läßt ſich daraus erklären, daß der Waſſerſtoff und Sauerſtoff ſich dabey anziehen, und Waſſer bilden, wobey der Schwefel niedergeſchlagen wird. Eben dieß iſt der Grund, warum das Waſſer, welches ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas aufgelößt enthält, an der freyen Luft Schwefel fallen läßt.

In Anſehung der Natur des Salpetergas hatte man allgemein die Meynung, daß es aus Salpeterſäure und Phlogiſton, und nach Einigen auch aus Waſſer zuſammengeſetzt ſey. Allein da man gefunden hatte, daß das reine Sauerſtoffgas beym Verbrennen des Phosphors total verzehrt wird, ſo ſchloß man auch, daß reines Salpetergas mit reiner Sauerſtoffluft, im gehörigen Verhältniſſe mit einander vermiſcht, das Luftvolumen ebenfalls ganz zernichte; daß mithin das Salpetergas unmöglich Phlogiſton enthalten könne, weil ſonſt allemal bey der Vermiſchung deſſelben mit dephlogiſtiſirter Luft phlogiſtiſirte Luft zurückbleiben müßte.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme hat die Salpeterluft mit der Salpeterſäure einerley Grundlage, nämlich Stickſtoff und Sauerſtoff. Der Stickſtoff iſt fähig, mit dem Sauerſtoff Verbindungen in verſchiedenen Graden einzugehen; woher auch verſchiedene Produkte entſtehen. Die geſättigte Verbindung des Stickſtoffs mit dem Sauerſtoffe gibt Salpeterſäure, die minder geſättigte die unvollkommene Salpeterſäure; ein noch geringerer Grad der Oxydirung macht die Grundlage des Salpetergas,

und

und der geringſte die Baſis der dephlogiſtiſirten Salpeterluft.

Hiernach erklärt man die Entſtehung des Salpetergas aus der Auflöſung des Metalls in Salpeterſäure, und die Verminderung des Volumens der Miſchung des Salpetergas mit reſpirabler Luft auf folgende Art: Das Metall zerſetzt bey der Auflöſung in Salpeterſäure einen Theil von letzterer, entzieht ihr Sauerſtoff, und bildet ſich mit dem durch die Auflöſung erzeugten Wärmeſtoffe zum Salpetergas, das nun nicht mehr als Säure wirkt, und andere Eigenſchaften zeigt. Bey Berührung des Salpetergas mit reſpirabler Luft verbinden ſich die Grundlagen beyder Luftarten mit einander und bilden unter Entlaſſung ihres gebundenen Wärmeſtoffs wieder Salpeterſäure.

Nach Gren [y]) wird der Salpeterſäure durch die Zerſetzung eines Antheils derſelben von dem Metall bey der Auflöſung Sauerſtoff entzogen, dagegen tritt das Metall Brennſtoff ab, und bringt dadurch die Salpeterſäure in einen veränderten Zuſtand, wobey ſie in der Temperatur unſerer Atmoſphäre luftförmig erſcheint, und die übrigen Erſcheinungen zeigt. Hiernach enthält die Baſis des Salpetergas außer Brennſtoff das Radikal der Salpeterſäure; indeſſen enthalte ſie daſſelbe noch nicht rein, ſondern ſelbſt in Verbindung mit einem Antheile Sauerſtoff, welcher aber nicht hinreichend ſey, das Radikal in den Zuſtand einer Säure zu bringen. Daher werde der Salpeterſäure durch das Metall nicht aller, ſondern nur der größte Theil des Sauerſtoffs entzogen, und die Baſis des

y) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 1014.

des Salpetergas beſtehe demnach aus Brennſtoff, dem Radikal der Salpeterſäure und etwas Sauerſtoff.

Millner[z]) hat einen für die Antiphlogiſtiker günſtigen Verſuch mit Salpetergas angeſtellt, woraus ſie mit Gewißheit zu folgern glauben, daß der Stickſtoff einen Beſtandtheil des Salpetergas ausmache. Er ließ nämlich Salpetergas durch einen glühenden Flintenlauf ſtreichen, wodurch ſich alsdann das Gas ganz in Stickluft verwandelte. Nach der Meynung der Antiphlogiſtiker verbindet ſich hiebey der Sauerſtoff des Salpetergas mit dem Eiſen, das dadurch verkalkt wird; der frey gemachte Stickſtoff aber bildet mit Wärmeſtoff das Stickgas.

Dem Hrn. van Marum[a]) iſt es gelungen, eine Zerlegung des Salpetergas durch den elektriſchen Funken zu bewirken, welches er in einer Röhre über ätzender alkaliſcher Lauge eingeſchloſſen hatte. Bey fortgeſetztem Elektriſiren wurde von der Lauge etwa $\frac{3}{4}$ vom Salpetergas verſchluckt. Nachdem er nun ein Papier in die Lauge eintauchte, und es alsdann verbrannte, ſo gab es durch Kniſtern zu erkennen, daß ſich eine beträchtliche Menge Salpeterſäure in daſſelbe begeben hatte. Durch Beymiſchung der atmoſphäriſchen Luft mit der rückſtändigen Luft ging bey der Prüfung keine Verminderung des Volumens vor ſich, ſondern die rückſtändige Luft zeigte ſich vielmehr durch alle Proben als Stickgas. Nachher zeigte ſich auch, daß die bloße

z) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXXIX. 1789. p. 300. überſetzt in Gren's Journal der Phyſik. B. III. S. 83. u. f.

a) Prem. continuation des experiences faites par le moyen de la machine Teylerienne. Haarlem 1787. 4.

bloße Lauge ohne Funken eben dieſelbe Verwandlung, wiewohl viel langſamer, bewirke. Hr. van Marum ſcheint geneigt, hieraus gegen das neue Syſtem zu ſchließen, daß das Salpetergas eine bloße Miſchung aus Salpeterſäure und Stickgas ſey, weil der elektriſche Funke bloß mechaniſch wirke, und es in dieſe Beſtandtheile zerlege. Allein dieſer Verſuch kann auch nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme erklärt werden. Im Salpetergas ſind nämlich ungefähr 2 Theile Sauerſtoff und 1 Theil Stickſtoff. Dieſe 2 Theile Sauerſtoff können nur $\frac{1}{2}$ Theil Stickſtoff bis zur vollkommenen Salpeterſäure ſättigen und mit der Lauge verbinden; der übrige halbe Theil Stickluft bleibt alſo ohne Sauerſtoff mit bloßem Wärmeſtoffe vereinigt, mithin als Stickgas zurück.

Verſchiedene merkwürdige Verſuche über das Salpetergas und ſeine Verbindungen mit dem Sauerſtoffe hat Herr von Humboldt angeſtellt. Es ſey nämlich z die Summe des in Fontana's Eudiometer zerſetzten Sauerſtoffgas und Salpetergas gleich; nennt man daher das vernichtete Salpetergas $= x$, und das abſorbirte Sauerſtoffgas $= y$, ſo iſt $z = x + y$. Es ſey nun m das Volumen des zur Sättigung eines Theils Salpetergas nöthigen Sauerſtoffgas: ſo verhält ſich $x:y = m:1$, folglich $x + y : y = m + 1 : 1$, und es wird $y = \frac{z}{1 + m}$, oder $m = \frac{z}{y} - 1$. Alles kommt hier auf die Beſtimmung von m an, und dieß iſt bisher von den Phyſikern äußerſt verſchieden angegeben worden. Von Lavoiſier zwiſchen 1,725 und 1,830, von Prieſtley zu 1,970, von Andern bis 4,1.

Herr von Humboldt nahm aber dieſe Arbeit noch einmal vor, und fing damit an, die Güte des Salpetergas durch ſchwefelſaures Eiſen und oxygenirt ſalzſaures Gas zu prüfen. In einer gemeinſchaftlich mit Vauquelin unternommenen Arbeit zeigte ſich, daß die ſchwefelſaure Eiſenauflöſung nach dem Abſorbiren aus ſalpeterſaurem Eiſen und ſchwefelſaurem Ammoniak beſtehe, weßwegen ſie hier eine Zerſetzung des Waſſers annahmen. Hr. von Humboldt bemerkte, daß der Phosphor in manchen Sorten Salpetergas leuchte; er zieht hieraus den Schluß, daß ſie Sauerſtoff eingemengt enthielten, welches nicht Zeit habe, ſich mit dem Salpetergas zu verbinden. Herr von Arnim aber glaubt, daß ſich dieß einfacher, nicht den Verwandtſchaftsgeſetzen widerſprechend, auf eine ähnliche Art, wie Fourcroy die von Göttling gemachten Beobachtungen, erkläre. Es könne ſich hier das in dem Salpetergas enthaltene Stickgas mit dem Phosphor verbinden, durch dieſe doppelte Wahlverwandtſchaft des Salpeters zerſetzt, und oxydirtes Stickgas und Stickſtoff-Phosphor-Halbſäure erzeugt werden. Hr. von Humboldt nahm keine Raumverminderung bey dieſem Leuchten wahr, welches ſich ſehr gut damit vereinigt, daß eine Stickſtoff-Phosphor-Halbſäure nach ſeinen eigenen Beobachtungen ſich gasförmig darſtellt. Ob Waſſerſtoffgas den Salpetergas beygemengt ſey, läßt ſich nicht gut ausmachen. Das Salpetergas läßt ſich ſehr gut von gleicher Güte erhalten, wenn man die Salpeterſäure von gleichem ſpecifiſchen Gewichte, nämlich zu 17 oder 21° des Bauméſchen Aräometers wählt; das Salpetergas enthält dann gewöhnlich 0,13 bis 0,14 Stickſtoff. Aus den Verſuchen, welche von Humboldt mit Sauerſtoffgas anſtellte, erhielt er, nach nöthiger Reduktion, m =

2,82,

2,82, welches gar ſehr von dem gewöhnlichen 1,72 abweicht. Er vermißte indeſſen hier oft die ſchöne Uebereinſtimmung, an die er ſonſt bey der atmoſphäriſchen Luft gewöhnt war; er ſahe auch, daß künſtliche Luftgemiſche mit gleichem Antheile Sauerſtoff ſich ganz anders verhielten, wie die atmoſphäriſche Luft. Dieß veranlaßte ihn, eine zweyte Verſuchsreihe mit atmoſphäriſcher Luft zu machen, wobey m zwiſchen 2,5 und 2,6 ſchwankte. Daraus folgt, daß 2,55 Salpetergas dazu gehören, um 1,00 Sauerſtoffgas zu abſorbiren. Nach dieſem Werthe von m und nach der Formel $y = \frac{z}{m+1}$ iſt die folgende Tabelle berechnet:

Abſorbirtes Volumen = z	Sauerſtoff = y	Rückſtand
109°	0,307	91
108	0,304	92
107	0,301	93
106	0,298	94
105	0,295	95
104	0,293	96
103	0,290	97
102	0,287	98
101	0,284	99
100	0,281	100
99	0,278	101
98	0,276	102
97	0,274	103
96	0,270	104
95	0,267	105
94	0,264	106
93	0,261	107
92	0,259	108

Abſorbirtes Volumen = z	Sauerſtoff = y	Rückſtand
91	0,256	109
90	0,253	110
89	0,250	111
88	0,247	112
87	0,245	113
86	0,242	114
85	0,239	115
84	0,236	116

Prieſtley's dephlogiſtiſirtes Salpetergas, das noch ſo räthſelhaft blieb, wurde von den Holländiſchen Chemikern einer nähern Prüfung unterworfen, und ſie betrachteten es als gasförmige azotiſche Halbſäure (oxide gaſeux d'azote) b). Gren nennt es ſauerſtoffhaltiges Stickgas (gas azotoſum). Die Holländiſchen Chemiker haben an dieſem Gas folgende Eigenſchaften wahrgenommen: eine Kerze brennt in ſelbigem mit verſtärkter und lebhafter Flamme; ein glimmender Docht wird darin wieder von ſelbſt zur flammenden Entzündung gebracht; ſein Umfang erleidet durch Vermiſchung mit reſpirabler Luft oder Salpetergas keine Verminderung, und bringt damit keine rothen Dämpfe zuwege. Vom Waſſer wird es verſchluckt, und brennt, mit etwas brennbarem Gas vermiſcht, mit Exploſion ab; brennender Phosphor, Schwefel und Kohle verlöſchen, und Thiere erſticken darin.

Dieß

b) Ueber die Natur des von Prieſtley ſo genannten dephlogiſtiſirten Salpetergas, oder der gasförmigen azotiſchen Halbſäure von J. R. Deimann, Paets van Trooſtwyk, P. Nieuwland, N. Bondt und A. Lauwernburgh; aus dem Journal de phyſ. T. XLIII. p. 321. ſq. überſ. in Gren's neuem Journal der Phyſik. B. I. S. 243. f.

Dieß Gas läßt ſich auch durch Auflöſungen gewinnen. So gibt die Auflöſung des Eiſens in einer Miſchung von Schwefelſäure und Salpeterſäure, beyde mit Waſſer verdünnt, zuerſt brennbares Gas, nachher azotiſche Halbſäure und zuletzt gemeines Salpetergas. Ferner gibt die Auflöſung des Zinks in der mit vielem Waſſer verdünnten Salpeterſäure vom Anfange der Operation an, und noch ehe die Auflöſung braun wird, ſehr reine azotiſche Halbſäure. Auch gewinnt man es in großer Menge durch Erhitzung des ſalpeterſauren Ammoniaks.

Nach der Berechnung finden ſich in 100 Theilen azotiſcher Halbſäure 37 Theile Sauerſtoff und 63 Theile Stickſtoff. Daraus läßt ſich erklären, wie dieß Gas aus dem Salpetergas entſtehen kann. Es wird nämlich der Baſis des Salpetergas noch Sauerſtoff entzogen, jedoch aber nicht aller, welchen ſie enthält, und nach Gren dagegen noch mehr Brennſtoff mitgetheilt. Dadurch bildet nun das Radikal der Salpeterſäure, mit noch weniger Sauerſtoff verbunden, die Baſis einer andern vom Salpetergas verſchiedenen Gasart.

Die Auflöſungen von Eiſen, Zinn und Zink in concentrirter Salpeterſäure geben bloß Salpetergas. Wenn aber hiezu Waſſer kommt, ſo ſäuren ſich die Metalle bloß auf Koſten des Waſſers, es entſteht brennbares Gas und Salpetergas; erſteres zieht den Sauerſtoff des letztern an, und verwandelt dieſes in azotiſche Halbſäure. Das ſalpeterſaure Ammoniak enthält Sauerſtoff, Waſſerſtoff und Stickſtoff; durch die Erhitzung aber werden die Verwandtſchaften geändert; ein Theil Sauerſtoff verbindet ſich mit Waſſerſtoff zu Waſſer, und es bleibt daher weniger Sauerſtoff

ſtoff

ſtoff mit mehr Stickſtoff verbunden, als azotiſche Halbſäure.

Obgleich ſonſt der Stickſtoff den enthaltenen Sauerſtoff an verbrennliche Körper ſehr leicht abtritt, ſo hält er doch denjenigen Antheil vom Sauerſtoff, womit er die azotiſche Halbſäure bildet, ſo feſt, daß er weder vom Phosphor, Kohle und Schwefel, noch durch Schwefelleber und durch ſalzſaures Zinn angezogen werden kann. Daher erklärt es ſich, daß weder Phosphor, noch Kohle, noch Schwefel in dieſem Gas fortbrennen können. Unter allen verbrennlichen Körpern iſt aber der Waſſerſtoff der einzige, welcher dieſen Antheil Sauerſtoff vom Stickſtoffe zu trennen, mithin die azotiſche Halbſäure zu ſetzen vermag. Deßwegen brennen die Kerzen in dieſem Gas, in ſo fern ſie Waſſerſtoff enthalten, und dieß iſt der Grund der verſtärkten Flamme der Lichtkerzen.

Sollen aber Thiere in einer Gasart athmen, ſo muß ihr Kohlenſtoff Sauerſtoff darin finden, mit welchem er ſich vereinigen kann. Weil nun der Sauerſtoff der azotiſchen Halbſäure eine größere Verwandtſchaft mit der Baſis hat, als mit dem Kohlenſtoff, ſo ſterben auch die Thiere darin.

Demnach iſt das Radikal der Salpeterſäure mehrerer Grade der Säurung fähig. Der erſte oder niedrigſte Grad iſt die Baſis der azotiſchen Halbſäure, der zweyte die Baſis des Salpetergas, der dritte die ſalpetrige Säure, und der vierte und letzte die Salpeterſäure.

Endlich entdeckte aber auch Davy[c]) im Jahre 1799, daß dieſes Gas athmenbar ſey. Die Art, dieſes

c) *Nicholſon's* journal of natural philoſ. Vol. III. p. 515.

ſes Gas zuzubereiten, um es zum Einathmen tauglich zu machen, iſt dieſe: es wird vollkommen neutraliſirtes und möglichſt trockenes ſalpeterſaures Ammoniak einer Hitze ausgeſetzt, die nicht unter 310°, und nicht über 400° Fahrenh. betragen muß. In dieſer Temperatur zerſetzt es ſich in Waſſer und in oxydirtes Stickgas, welches Davy lieber nitreuſes Oxyd nennen möchte. Das Gas muß man durch Waſſer gehen, und wenigſtens $1\frac{1}{2}$ Stunde damit in Berührung laſſen, ehe man es einzuathmen verſucht. Eine hinlängliche Probe der Reinheit iſt, wenn Schwefel darin mit einer lebhaft roſenrothen Flamme brennt. Bey den Verſuchen muß es mit demſelben Waſſer geſperrt werden, durch welches man es hat durchgehen laſſen. Ein Pfund trockenes ſalpeterſaures Ammoniak gibt bey gehöriger Zerſetzung über 4 Cubikfuß Luft.

Eine andere Methode, wie Davy dieß oxydirte Gas ebenfalls in großer Reinheit erhalten hat, iſt, wenn er Salpetergas der Einwirkung von trockenem ſchwefelſauren Kali ausſetzte. Ein Theil Salpetergas gab, auf dieſe Art zerſetzt, beynahe 0,5 oxydirtes Stickgas. Bey dem Auflöſen der Metalle in Salpeterſäure erhält man dieſes Gas nie hinlänglich rein zum Einathmen, und die Zerſetzung des Salpetergas durch Schwefelleber, durch angefeuchtetes Eiſen, u. ſ. w. geht zu langſam vor ſich, als daß man ſie vortheilhaft gebrauchen könnte.

Im Jahre 1785. machte Hr. Gengembre [d]) eine Luftart bekannt, welche er bey der Auflöſung des Urinphosphors in ätzenden feuerbeſtändigen Laugenſalzen, auch ſogar, wiewohl nur wenig, in Kalkmilch erhielt,

d) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. 1785. 8.

erhielt, wenn er dieſe Auflöſung bey gelindem Feuer deſtillirte, und das Uebergehende über Queckſilber auffing. Er nannte dieſes Gas phosphoriſches Gas, Phosphorluft, welches nachher auch die Nahmen gephosphortes Waſſerſtoffgas, gasförmiger phosphorirter Waſſerſtoff, entzündliches Phosphorgas erhalten hat. Dieß Gas riecht wie faule Fiſche, und unterſcheidet ſich von allen übrigen brennbaren Gasarten dadurch, daß es ſich beym Zutritt zu gemeiner oder reiner Luft mit einer Exploſion und lebhaftem Lichte von ſelbſt entzündet. Alsdann riecht es wie brennender Phosphor, und macht das Waſſer, über welchem es abbrennt, ſauer. Auch der übrige Theil brennt, wenn er angezündet wird. Sein ſpecifiſches Gewicht verhält ſich zu dem der gemeinen Luft wie 21:10. Dieſes Gas iſt nachher von den Antiphlogiſtikern näher unterſucht worden. Hr. Raymond [c]) hat eine leichtere Bereitung deſſelben angegeben. Man thut nämlich 2 Unzen friſchen an der Luft zerfallenen gebrannten Kalk, 1 Quentchen in kleine Stücke zerſchnittenen Phosphor, und 1 Unze Waſſer in eine kleine irdene Retorte, ſchüttelt es unter einander, kittet in den Hals der Retorte eine gekrümmte gläſerne Röhre, welche höchſtens $1\frac{1}{2}$ Linie im Lichten hat, und deren unteres Ende unter einem mit Waſſer gefüllten Gefäße des pnevmatiſchen Apparats ſteht. Man erhitzt nun die Retorte allmählich im Sandbade; ſo wie ſie anfängt, heiß zu werden, entwickelt ſich auch ſogleich das entzündliche Phosphorgas. Hiebey hat man ſich aber ſorg-

c) Ueber eine leichtere Bereitungsart der Phosphorluft, aus den Annales de chimie. T. X. 1791. 8. p. 19. überſ. in Gren's Journal der Phyſik. B. VI. S. 157.

ſorgfältig vor der Entzündung zu hüten, welche im Anfange der Deſtillation durch die in den Gefäßen eingeſchloſſene atmoſphäriſche Luft ſtatt finden, und unangenehme Folgen veranlaſſen kann.

Wenn dieß Gas eine Zeitlang in den Gefäßen ſteht, ſo ſetzt es den Phosphor, welcher ſich darin in einem Zuſtande einer feinen Zertheilung befindet, an die Wände der Gefäße ab, verliert ſeine Entzündlichkeit, und verwandelt ſich in gewöhnliches brennbares Gas. Dieſe Wirkung hat aber nur mit der Zeit ſtatt, und man hat ſich zu hüten, es nicht zu frühzeitig mit reiner Luft zu vermiſchen. Hr. Raymond erzählt, daß es nach 24 Stunden, und als die erſten durch das Waſſer gelaſſenen Blaſen bey ihrem Zerplatzen auf der Oberfläche kein Zeichen der Selbſtentzündung mehr von ſich gaben, dennoch, mit Lebensluft vermiſcht, verbrannte, das Gefäß zerſchlug, und ihn der Gefahr einer Verwundung ausſetzte.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme iſt die Baſis dieſer Gasart Waſſerſtoff und Phosphor.

Nach Girtanner's Erzählung hatte Pelletier zu Paris unter einer Glocke über Waſſer gephosphortes Waſſerſtoffgas zu gleichen Theilen mit atmoſphäriſcher Luft, mit Sauerſtoffgas, imgleichen mit nitröſem Gas vermiſcht, ohne eine Entzündung zu bewirken. Nur während der Miſchung mit dem letztern zeigte ſich eine weiße Wolke. Als er aber zu der Miſchung mit Sauerſtoffgas noch eben ſo viel nitröſes Gas bringen wollte, ſo zerſprang in dieſem Augenblicke die Glocke mit einem heftigen Knalle; einige Glasſtücke wurden auf eine Entfernung von mehr als 25 Fuß weggeſchleudert, und Pelletier kam in Gefahr,

fahr, ſeine Augen zu verlieren. Dieſe Erſcheinung wird nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme ſo erklärt: Der Sauerſtoff vereinigte ſich mit dem Stickſtoffe und Waſſerſtoffe, es entſtand Salpeterſäure und Waſſer, und aus den beyden Gasarten entwickelte ſich plötzlich eine große Menge Wärmeſtoff, welcher durch ſeine Elaſticität die Glocke zerſprengte.

Die Antiphlogiſtiker erklären aus der Entſtehung dieſes Gas durch die Fäulniß thieriſcher und vegetabiliſcher Körper die Irrlichter, Irrwiſche und andere leuchtende Meteore.

In den neueſten Zeiten hat man noch ein Gas entdeckt, das den Nahmen kohlenſaures, gasförmiges Kohlenſtoffoxyd erhalten hat. Prieſtley's öftere Einwürfe gegen das antiphlogiſtiſche Syſtem gaben die nächſte Veranlaſſung zur Entdeckung deſſelben. Einer ſeiner Haupteinwürfe gegen dieſes Syſtem war der, daß der Hammerſchlag, mit ſorgfältig getrockneten Kohlen vermiſcht, in der Glühehitze brennbare Luft im größten Uebermaaß entwickelte, ſtatt daß ſich, nach Lavoiſier's Syſteme, bloß kohlenſaures Gas hätte bilden ſollen. Dieſe Erſcheinung iſt nach ſeiner Behauptung mit den Gründen der neuern Chemie nicht vereinbar, hingegen nach dem phlogiſtiſchen Syſteme leicht daraus begreiflich, daß der Hammerſchlag Waſſer als Beſtandtheil enthält. Denn indem ſich das Phlogiſton der Kohle mit dem Hammerſchlage verbindet und ſolches reducirt, tritt das Waſſer mit der Kohle zu brennbarer Luft zuſammen, wie das der Verſuch mit Waſſerdämpfen, welche man über rothglühende Kohlen wegſtreichen läßt, beweißt.

Adet

Adet [f]) ſuchte Prieſtley's Behauptung zu widerlegen, und bemerkte, es ſey bekannt, daß Kohlen den Waſſerſtoff hartnäckig zurückbehalten; es ſey vielleicht unmöglich, ihn auf andere Art gänzlich zu ſcheiden, als wenn man ihn nöthigt, eine neue Verbindung einzugehen; daher könne man ſich nicht verwundern, daß Kohlen mit Hammerſchlag behandelt eine gewiſſe Menge brennbares Gas mit dem kohlenſauren Gas entwickelten. Dieſer Meynung ſcheinen auch ſelbſt Berthollet und Fourcroy beyzutreten: allein die Menge des ſich hiebey bildenden brennbaren Gas, und die Umſtände, unter welchen es erſcheint, ſind ſo beſchaffen, daß dieſe Erklärung nicht genügte, und daß nicht allein Prieſtley in ſeinem letzten Werke [g]) gegen die franzöſiſchen Chemiker ſich glücklich vertheidigte, ſondern daß auch ſelbſt eifrige Vertheidiger des neuern Syſtems Prieſtley'n beyſtimmten.

Der merkwürdige Umſtand, daß ſich wirklich aus Hammerſchlag und Kohle brennbare Luft entwickelt, machte beſonders Hrn. Cruikſhank in England aufmerkſam, und er ſtellte hiemit eine Reihe von Verſuchen an, deren Reſultat war: daß Prieſtley's brennbare Luſtart wirklich eine neue brennbare Luftart ſey. Dieſer iſt alſo der eigentliche Entdecker dieſer Gasart, obgleich Einige die Erfindung derſelben den

f) Reflexions ſur la doctrine du phlogiſtique &c. par *Prieſtley*: ouvrage trad. et ſuivi d'une reponſe par *l'Ader*. à Paris. an 6.

g) The doctrine of phlogiſton eſtabliſhed, and that of the compoſition of water refuted. Northumberland. 1800.

den franzöſiſchen Chemikern, beſonders dem Hrn. Duformes, zuſchreiben.

Bey der Wiederholung von Prieſtley's Verſuchen nahm Cruikſhank[b]) zwey Schmelztiegel, in deren einen Hammerſchlag, und in den andern, auf dem ein Deckel lutirt war, Kohlenpulver gethan, und eine halbe Stunde lang durchglühet wurden, hierauf wurde beydes noch warm durch einander gemiſcht, und in eine kleine beſchlagene Glasretorte geſchüttet, welche durch eine Röhre mit der pnevmatiſchen Wanne verbunden wurde. Hierauf verſtärkte Cruikſhank das Feuer allmählig, und als die Retorte zu glühen anfing, entband ſich das Gas in großer Menge, welches über 2 Stunden lang währte, ſo daß mehrere Gefäße damit angefüllt wurden, deren Gas jedes nachher beſonders unterſucht wurde. Im Ganzen hatten ſich an Gas 150 Unzenmaaß entwickelt. Auf 1 Theil kohlenſaures Gas enthielt das Gas im erſten Gefäße 4 Theile, das im zweyten und dritten Gefäße 5 Theile, und das zuletzt übergegangene 6 Theile brennbares Gas. Um eine noch größere Hitze geben zu können, wiederholte er dieſen Verſuch in einer eiſernen Retorte; die Miſchung der Gasart blieb dabey dieſelbe, wie zuvor, nur entwickelte ſie ſich in viel größerer Menge, und er erhielt aus höchſtens 2 Unzen Hammerſchlag und Kohle mehrere Gallonen Gas.

Da mit andern Metalloxyden gleiche Reſultate zu erwarten waren, ſo nahm er zuerſt ſublimirtes Zinkoxyd, welches völlig wie der Hammerſchlag behandelt wurde. Beym Glühen der Glasretorte ging Gas in Strömen über, im Ganzen 90 Unzenmaaß.

Das

b) *Nicholſon's* journal of natural philoſophy. T. V. p. 1.

Das zuerſt übergehende enthielt auf 1 Theil kohlenſaures Gas 9 Theile, das Gas im zweyten Gefäße 26 Theile brennbare Luft, und das zuletzt übergehende war reine brennbare Luft. Nach Endigung des Verſuchs fand ſich im Halſe der Retorte eine Menge metalliſcher Zink. Rothes Kupferoxyd gab mit Kohle 64 Unzenmaaß Luft, die kohlenſaures und brennbares Gas, anfangs im Verhältniſſe 10:1, dann 3:11, endlich ganz reines brennbares Gas gaben. Zu Ende des Verſuchs fand ſich das Kupfer in kleinen reguliniſchen Kügelchen mit der Kohle vermiſcht. Möglichſt getrocknete Bleyglätte gab 40 Unzenmaaße kohlenſaures und brennbares Gas. Das Bley fand ſich reducirt in kleinen Kugeln mit der Kohle vermengt. Endlich gab ſchwarzes Braunſteinoxyd 38 Unzenmaaß Gas, anfänglich größtentheils kohlenſaures, zuletzt bloß brennbares Gas.

Aus dieſen Verſuchen ſchloß Cruikſhank, daß

1. alle Metalloxyde, welche die Rothglühehitze vertragen, mit Kohlen gemiſcht in dieſer Hitze nicht bloß kohlenſaures Gas, ſondern auch ſehr viel brennbares Gas entwickeln; daß

2. diejenigen Metalloxyde, welche ihren Sauerſtoff am ſchwerſten fahren laſſen, das meiſte brennbare Gas geben, indeß diejenigen, welche es am leichteſten hergeben, verhältnißmäßig das meiſte kohlenſaure Gas entwickeln; daß

3. das kohlenſaure Gas hauptſächlich zu Anfange des Prozeſſes, dagegen das meiſte und reinſte brennbare Gas zu Ende deſſelben übergeht.

Es war zu vermuthen, daß ſich das brennbare Gas, welches ſich in dieſen Fällen entbindet, von

allen bekannten Arten des Kohlenſtoff=Waſſerſtoffgas weſentlich unterſcheide. Dieß zeigte ſich auch durch das ſpecifiſche Gewicht des Gas aus Hammerſchlag, welches, nachdem Kalkwaſſer alles kohlenſaure Gas davon abgeſchieden hatte, beſtimmt, und nur um $\frac{1}{21}$ geringer als das der atmoſphäriſchen Luft gefunden wurde, da alle bekannten Arten des Kohlenſtoff=Waſſerſtoffgas um ſehr viel leichter als die atmoſphäriſche Luft ſind.

Nach manchen Verſuchen fand er, daß, wenn 4 Unzenmaaße des ſo gereinigten brennbaren Gas mit 2 Maaß Sauerſtoffgas in einer ſtarken gläſernen Glocke über Queckſilber durch einen elektriſchen Funken entzündet wurden, dieſes Gasgemiſch ſich bis auf $3\frac{1}{3}$ Maaß verminderte, welche vom Kalkwaſſer bis auf $\frac{1}{4}$ Maaß gänzlich verſchluckt wurden. Dieſer letzte Rückſtand war reines Sauerſtoffgas, wie ſich durch Salpetergas zeigte. Hieraus erhellet, daß 8 Maaß dieſes brennbaren Gas $3\frac{1}{2}$ Maaß reines Sauerſtoffgas nöthig hatten, um ſich damit völlig zu ſättigen, wobey 6 Maaß kohlenſaures Gas und etwas Waſſer gebildet wurden. Die große Menge kohlenſaures Gas, welche die brennbare Luft gibt, wenn ſie mit Sauerſtoffgas abgebrannt wird, unterſcheidet ſich ganz vorzüglich von den übrigen brennbaren Gasarten. In 6 Maaß kohlenſaurem Gas ſind wenigſtens 7 Maaß Sauerſtoffgas enthalten. Da nun vor dem Verpuffen nicht mehr als $3\frac{1}{2}$ Maaß Sauerſtoffgas waren zugeſetzt worden, ſo mußte der übrige Sauerſtoff ſchon zuvor und urſprünglich mit dem brennbaren Gas verbunden ſeyn. Es iſt alſo dieſes ein Oxyd in Gasform, welches ſich zum kohlenſauren Gas gerade ſo verhalten muß, wie Salpetergas zur Salpeterſäure, daher es

Cruik=

Cruikſhank mit dem Nahmen gasförmiges Kohlenſtoffoxyd belegt.

Das brennbare Gas, welches ſich aus den übrigen mit Kohle vermiſchten Metalloxyden entbunden hatte, ſtimmte in allen Eigenſchaften mit dieſem überein. Mit atmoſphäriſcher Luft vermiſcht brennen ſie alle ohne Exploſion mit einer ſchwankenden blauen Flamme, und es bildet ſich dabey viel kohlenſaures Gas mit wenig Waſſer. Mit Salpeterluft verbindet ſich dieſe Luft nicht merklich; ein Beweis, daß der Sauerſtoff darin nicht loſe und frey, ſondern chemiſch gebunden iſt.

Prieſtley's Verſuch mit Hammerſchlag und kohlenſaurem Baryt, ganz auf dieſelbe Art wie die vorigen wiederholt, gab ihm dieſelben Reſultate. Ehe die beſchlagene und gut ausgetrocknete Glasretorte zum Glühen kam, ging nichts als kohlenſaures Gas mit etwas Stickgas, dagegen wenige Minuten, nachdem ſie angefangen hatte roth zu ſcheinen, eine Miſchung über, die auf 5 Theile kohlenſaurem Gas 2 Theile gasförmiges Kohlenſtoffoxyd enthielt; im Ganzen 30 Unzenmaaß Gas. Aus einer irdenen Retorte, welche einen größern Grad von Hitze aushielt, bekam er 90 Unzenmaaß Gas von derſelben Miſchung. Da das gasförmige Kohlenſtoffoxyd in dieſem Verſuche unſtreitig daher rührte, daß das ſich entwickelnde kohlenſaure Gas in dieſen hohen Graden von Hitze durch das Eiſen zerſetzt wurde: ſo vermuthete er einen noch auffallenderen Erfolg, wenn er Eiſenfeile ſtatt Hammerſchlag nähme, da jene mehr Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe hat, als dieſer. Er vermiſchte daher gewöhnlichen kohlenſauren Kalk, nachdem er 10 Minuten lang in ſchwacher Rothglühehitze getrocknet worden,

den, mit gleich viel reiner, möglichſt getrockneter Eiſenfeile, und brachte beyde in eine eiſerne Retorte. Als dieſe anfing, roth zu ſcheinen, ſtrömte Gas in großer Menge über. Reicher entwickelten ſich davon mehrere Gallons, und zwar im Durchſchnitte 1 Theil kohlenſaures Gas, 4 bis 5 Theile Kohlenoxydgas. Daß hier Eiſenfeil ſo viel Gas mehr als Hammerſchlag gab, iſt ein offenbarer Beweis, daß hierbey das Eiſen wirklich die Kohlenſäure zerſetzte. Aetzender Kalk gab nur ſehr wenig Gas mit Eiſenfeil; völlig rein von Kohlenſäure würde es wahrſcheinlich gar kein Gas entbunden haben, welches eben den erwähnten Urſprung des Gas beweißt.

Das meiſte gasförmige Kohlenoxyd erhielt Cruikſhank durch Zerſetzung des kohlenſauren Gas, da es ſich hierbey weder mit Waſſer noch mit Waſſerſtoff vermiſcht.

Prieſtley ſagt in ſeinen obſervations, beyde Gasarten kämen in ihren Eigenſchaften mit denen der brennbaren Luft aus genäßten Kohlen ſehr nahe überein. Cruikſhank fand dieß indeß bey genauerer Unterſuchung nicht ganz richtig. Die Luft, welche aus einer glühenden beſchlagenen Glasretorte, worin ſich befeuchtetes Kohlenpulver befand, überging, enthielt anfänglich auf 3 Theile kohlenſaures Gas 19 Theile, in der Mitte des Prozeſſes 55 Theile, und zuletzt nichts als ganz reines Kohlenſtoff-Waſſerſtoffgas, und es gingen mehrere Gallons Waſſer über. Das ſpecifiſche Gewicht dieſes Gas betrug, nachdem es durch Schütteln mit Kalkwaſſer von allem beygemiſchten kohlenſauren Gas befreyet war, $\frac{11}{23}$ vom ſpecifiſchen Gewichte der atmoſphäriſchen Luft, war alſo in dieſer Hinſicht weſentlich verſchieden von dem noch einmal ſo

ſchwe-

ſchweren gasförmigen Kohlenoxyd. Als er es in einem Recipienten mit atmoſphäriſcher Luft oder Sauerſtoffgas verbrannte, bildete ſich eine beträchtliche Menge Waſſer, das ſich an die Wände in Tropfen anlegte, auch viel kohlenſaures Gas. Wurden 6 Maaß dieſes gut gewaſchenen Gas mit 4 Maaß Sauerſtoffgas über Queckſilber durch einen elektriſchen Funken detonirt, ſo blieb nur ein Rückſtand von 2½ Maaß, welcher gänzlich aus kohlenſaurem Gas beſtand. Wieder eine merkwürdige Verſchiedenheit dieſes Kohlen-Waſſerſtoffgas von den gasförmigen Kohlenoxyden, die mit einer gleichen Menge Sauerſtoffgas ſich wenigſtens zu 14 Maaß kohlenſaurem Gas vereinigt, und dabey ſehr wenig oder gar kein Waſſer gebildet haben würden.

Aehnliche vergleichende Verſuche ſtellte er mit den meiſten bekannten Arten des Kohlen-Waſſerſtoffgas an, fand aber keine, die irgend eine bemerkbare Menge von Sauerſtoff enthalten hätte. Die reinſten Arten des Kohlenſtoff-Waſſerſtoffgas erhielt man aus Kampher oder aus Aether, indem man die Dämpfe derſelben durch eine glühende Röhre trieb; aus thieriſchen Stoffen und aus einigen Vegetabilien durch zerſtörende Deſtillation, und, was er nicht erwartete, in der Sumpfluft, welche er bisher mit der durch die Deſtillation aus angefeuchteten Kohlen erhaltenen für völlig ähnlich hielt. Alle dieſe reinern Arten des Kohlenſtoff-Waſſerſtoffgas haben genau einerley Eigenſchaften. Sind ſie vom kohlenſauren Gas völlig gereinigt, ſo beträgt ihr ſpecifiſches Gewicht $\frac{2}{3}$ von dem der atmoſphäriſchen Luft; 2 Maaß derſelben erfordern nicht weniger als 3¼ Maaß Sauerſtoffgas, um ſich ganz mit Sauerſtoff zu ſättigen, und geben dann 2½

Maaß kohlenſaures Gas und etwas Waſſer. Eine ihrer merkwürdigſten Eigenſchaften iſt dieſe, daß, wenn ſie mit $\frac{2}{3}$ ihres Volumens Sauerſtoffgas vermiſcht werden, elektriſche Funken, die man hindurch ſchlagen läßt, das Volumen des Ganzen nicht vermindern, ſondern vermehren, obſchon ſich dabey kein kohlenſaures Gas bildet. Nach einem Mittel aus mehreren Verſuchen dehnten ſich 6 Maaß Kohlen-Waſſerſtoffgas und $4\frac{1}{2}$ Maaß Sauerſtoffgas, die durch einen elektriſchen Funken über Queckſilber entzündet heftig explodirten, bis auf $12\frac{3}{4}$ Maaß, oder um $2\frac{1}{2}$ Maaß aus; die übrigen $10\frac{1}{3}$ Maaß enthielten, wie Salpetergas bewies, keinen freyen Sauerſtoff, und erforderten ohngefähr $5\frac{1}{4}$ Maaß Sauerſtoffgas, um ſich gänzlich mit Sauerſtoff zu ſättigen, wodurch 5 Maaß kohlenſaures Gas entſtanden. Man ſieht hieraus, daß ungeachtet der anſcheinenden Veränderung des Kohlenſtoff-Waſſerſtoffgas durch die erſte Exploſion, doch die Endreſultate nicht merklich verſchieden ausfielen, da die Verhältniſſe des Kohlen-Waſſerſtoffgas, des Sauerſtoffgas und des erzeugten kohlenſauren Gas dabey dieſelben, wie zuvor, bleiben. Bey mannigfaltigen Abänderungen dieſer Verſuche blieben die Reſultate ſtets dieſelben.

Auch wenn man Alkoholdämpfe durch eine rothglühende Röhre ſteigen läßt, erhält man eine Art Kohlen-Waſſerſtoffgas, welches aber in ſeinen Eigenſchaften von dem auf ähnliche Art aus Aether erhaltenen ſehr verſchieden iſt. Mit Kalkwaſſer tüchtig geſchüttelt vermindert es ſich ſehr wenig oder gar nicht, welches anzuzeigen ſcheint, daß reiner Weingeiſt keinen Sauerſtoff enthält. Das ſpecifiſche Gewicht deſſelben beträgt $\frac{1}{2}\frac{2}{3}$ von dem der atmoſphäriſchen Luft; das

Gas

Gas aus Aether $\frac{15}{23}$. In einem Gefäße mit Sauerſtoffgas oder atmoſphäriſcher Luft verbrennt bildet es viel kohlenſaures Gas, und eine anſehnliche Menge Waſſer. 4 Maaß erfordern $4\frac{2}{3}$ Maaß Sauerſtoffgas, um ſich damit zu ſättigen, und geben 3 Maaß kohlenſaures Gas und Waſſer, indeß 4 Maaß Aethergas 7 Maaß Sauerſtoffgas zur Sättigung erfordern, und damit $4\frac{1}{2}$ Maaß kohlenſaures Gas und Waſſer erzeugen. Hieraus erhellet die Verſchiedenheit beyder Gasarten. Auch ſieht man, daß Aether weniger Kohlenſtoff und mehr Waſſerſtoff als der Weingeiſt enthält; jener nämlich beyde im Verhältniſſe von 3 : 1, dieſer im Verhältniſſe 4 : 1; womit das ſehr gut übereinſtimmt, daß beym Prozeſſe der Aetherbildung ſich Kohlenſtoff abſcheidet.

Aus allen dieſen Verſuchen erhellet, daß keine der bekannten Arten des Kohlen-Waſſerſtoffgas mit den gasförmigen Kohlenoxyden in ihrem Weſen übereinſtimmen, da ſie viel ſpecifiſch leichter als dieſe ſind, und in ihrer Verbindung mit einer gegebenen Menge Sauerſtoff viel weniger kohlenſaures Gas, als dieſe, bilden.

So wie das gewöhnliche Kohlen-Waſſerſtoffgas aus Kohlenſtoff, der mit Waſſer chemiſch gebunden, oder darin aufgelößt iſt, beſteht, ſo ſind unſtreitig die gasförmigen Kohlenoxyde nichts anders als Kohlenſtoff, der mit Sauerſtoff chemiſch gebunden, oder darin aufgelößt, und durch Wärmeſtoff in den Gaszuſtand verſetzt iſt. Daß ſie Sauerſtoff enthalten, erhellet 1. aus der geringen Menge von Sauerſtoff, welcher erfordert wird, um ſie in kohlenſaures Gas zu verwandeln; 2. daraus, daß man ſie aus einem Gemenge von Metalloxyd und Kohle, die beyde im

Zuſtande der möglichſten Trockenheit ſind, übertreibt; wobey das Oxyd ſich reducirt, indem es ſeinen Sauerſtoff zur Bildung des gasförmigen Kohlenoxyds und des kohlenſauren Gas hergibt; und 3. daraus, daß ſie ſich durch Zerſetzung von kohlenſaurem Gas bilden, wie das z. B. in den Verſuchen mit Eiſenfeile und Kalk u. ſ. f. der Fall iſt. Das gasförmige Kohlenoxyd ſteht in eben dem Verhältniſſe zum reinen Kohlen-Waſſerſtoffgas und kohlenſauren Gas, wie die Salpeterluft, oder gasförmiges Stickſtoffoxyd, zum reinen Stickſtoffe und zur Salpeterſäure.

Aus dieſem Allen ſind nun auch die Einwürfe hinreichend beantwortet, welche Prieſtley aus ſeinen Verſuchen mit Hammerſchlag und Kohle u. ſ. w. dem neuern Syſteme der Chemie entgegenſtellte. Die gasförmigen Kohlenoxyde ſind ganz etwas anders, als wofür er ſie hielt, und Waſſer wird zu ihrer Erzeugung keinesweges erfordert. Daher ſich aus ihrer Entbindung aus Hammerſchlag nicht auf Waſſer, als Beſtandtheil des Hammerſchlags, ſchließen läßt.

James Woodhouſe [i]) machte verſchiedene Bemerkungen über einige Einwürfe Prieſtley's gegen das antiphlogiſtiſche Syſtem, und führte dabey ähnliche anomale Bildungen von brennbarem Gas an. Dieſer glaubte nach wiederholten mit der größten Genauigkeit angeſtellten Verſuchen gefunden zu haben, daß der Hammerſchlag wirklich, wie Prieſtley behauptet, Waſſer zu ſeinem Beſtandtheile beſitze, und daß ſeine Behandlung Reſultate gebe, die Prieſtley's

i) Obſervations an certain objections of D. *Prieſtley's* to the antiphlogiſtic ſyſtem of chemiſtry.

ley's Vorſtellungen günſtiger ſeyen, als denen der franzöſiſchen Chemiker.

Erhitzt man den Hammerſchlag mit Kohle, die für ſich beym Erhitzen kein Gas mehr gibt, ſo erhält man eine große Menge kohlenſaures Gas, und eine kohlenſtoffhaltende brennbare Luft, gerade ſo, als wenn man Waſſerdämpfe über glühende Kohlen hinſtreichen läßt. 8 Unzen Hammerſchlag und $\frac{1}{2}$ Unze Kohlen gaben ſo z. B. von beyden Gasarten 602 Unzenmaaße, wobey das Eiſen ſich völlig reducirte und zugleich das Waſſer in der hydropnevmatiſchen Röhre braun wie Silberpräcipitat gefärbt wurde. Beſtände nun der Hammerſchlag, wie Lavoiſier behauptet, bloß aus Sauerſtoff und Eiſen, ſo müßte ſich hierbey lediglich kohlenſaures Gas entbinden, wie das z. B. mit dem rothen Queckſilberoxyd der Fall iſt. Er ſcheint daher wirklich Waſſer zu enthalten.

Zugleich, ſagt Woodhouſe, enthält er Sauerſtoff, obgleich Prieſtley die Anweſenheit dieſes Stoffs im Hammerſchlage läugnet. Denn die Luft, die ſich entbindet, wenn man Waſſerdämpfe über glühende Kohlen gehen läßt, oder wenn man Kohle und Waſſer in einer irdenen Retorte erhitzt, hält nie mehr als 0,3 Theile kohlenſaures Gas, indeß in der Luft aus Hammerſchlag und Kohle 0,5 kohlenſaures Gas vorhanden ſind. Wie wäre ein ſolcher Unterſchied möglich, enthielte der Hammerſchlag nur Waſſer, und nicht auch Sauerſtoff?

Bey einer Miſchung von 2 Unzen Hammerſchlag und 1 Drachme Kohle erhielt er zuerſt 0,4 Theile kohlenſaures Gas. Als eine Miſchung von 2 Drachmen Hammerſchlag und 1 Drachme Kohle in ein rothglühendes

hendes Eiſenrohr gebracht wurde, entbanden ſich daraus 60 Unzenmaaß kohlenſaures Gas und brennbare Luft, und zwar enthielt das zuerſt übergehende Gas 0,2, das zuletzt übergehende 0,25 Theile kohlenſaures Gas.

Woodhouſe machte hierbey zuerſt auf die außerordentliche Menge des brennbaren Gas aufmerkſam, welches Kohlen, ſo wie ſie von einem Haufen genommen werden, zuletzt bey der Deſtillation, und in einem ſo viel reichlicheren Maaße, als mit Waſſer befeuchtet, entbinden. Er konnte ſich dieß nicht anders als durch eine unvollkommene Verkohlung erklären, indem die noch übrigen flüchtigen Beſtandtheile des Holzes jenen Ueberſchuß an brennbarem Gas bey der erſten Deſtillation bewirken ſollen.

Das zweyte, was hierbey bemerkt zu werden verdient, iſt die allmählige Veränderung des Gehalts der ſich entwickelnden Luft bey fortgeſetzter Deſtillation an kohlenſaurem und brennbarem Gas. Das erſtere wird immer weniger, das zweyte immer mehr. Da nach den franzöſiſchen Chemikern das Waſſer aus 85 Theilen Sauerſtoff und aus 15 Theilen Waſſerſtoff, dem Gewichte nach gerechnet, beſteht, ſo mußte, ihrer Theorie zu Folge, während gleich viel Sauerſtoff ſich mit der Kohle zu kohlenſaurem Gas verbindet, ſich auch gleich viel Waſſerſtoffgas entbinden, und es müßten auf 30 Theile kohlenſaures Gas immerfort 70 Theile brennbares Gas kommen, wie das zu Anfange der Deſtillation meiſtentheils zu geſchehen pflegt. Da aber der Gehalt an kohlenſaurem Gas immer mehr abnimmt, und zuletzt ganz verſchwindet, ſo kann, ſchließt Woodhouſe, das bey dieſem Prozeſſe entſtan-

ſtandene Gas keinesweges einer Zerſetzung des Waſſers durch die glühende Kohle zugeſchrieben werden.

Erhitzt man Zink, Eiſen, Kupfer, Braunſtein, oder Wismuthoxyd mit Kohle in einer irdenen Retorte, ſo zeigt ſich in der entbundenen Luft dieſelbe Veränderung in ihrem Gehalte zu kohlenſaurem und brennbarem Gas.

Alle dieſe Oxyde, bemerkt Woodhouſe, das Wismuth- und Zinkoxyd ausgenommen, geben mehr kohlenſaures Gas, als man aus Kohle und Waſſer erhält. Dieſes ſchien zu beweiſen, daß ſie Sauerſtoff enthielten. Enthielten ſie aber bloß Sauerſtoff, und nicht Waſſer zugleich, ſo müßten ſie kein brennbares Gas, ſondern bloß kohlenſaures Gas entbinden, und zwar davon deſto mehr, je mehr Sauerſtoff ſie enthielten.

Alle dieſe Thatſachen, ſagt Woodhouſe, ſtimmen ſehr gut mit Prieſtley's Theorie überein, indeß ſie mit der franzöſiſchen Chemie unvereinbar ſind. Könnte Prieſtley darthun, daß ſich aus Kohle und Waſſer gerade ſo viel kohlenſaures Gas, als aus Kohle und Metalloxyden, gewinnen läßt, d. h. 0,5 Theile; ſo würde das ganze antiphlogiſtiſche Syſtem über den Haufen geworfen. Doch ſey dieß noch nicht geſchehen.

Woodhouſe hatte ſeinen Aufſatz dem Pariſer Nationalinſtitute überſchickt, welches ſich darüber von Guyton Bericht erſtatten ließ. Dieſer fand Woodhouſe's Verſuche ſo wichtig, daß er nicht nur dem Nationalinſtitute daraus einen umſtändlichen Auszug vorlegte, ſondern daß er auch ſeinem Gehülfen Desormes auftrug, die Hauptverſuche Woodhouſe's

ſe's zu verificiren und zu erweitern [k]). Nachdem dieſer nebſt Clement die nöthigen Verſuche angeſtellt hatte, ſo theilte Guyton die Reſultate derſelben dem Nationalinſtitute mit. Aus ihnen folgt, daß das Gas, welches man während der Reduction des Zinks durch Kohle auffängt, wirklich ein brennbares Gas iſt, welches, wenn die atmoſphäriſche Luft freyen Zutritt hat, angeſteckt fortbrennt, und das mit Sauerſtoffgas, jedoch nur ſchwach, detonirt, und dazu einen größern Antheil von Sauerſtoffgas erfordert. — Dieß leztere iſt aber irrig; denn Cruikſhank's Verſuchen zu Folge geſchieht gerade das Entgegengeſetzte, als unterſcheidendes Merkmal dieſer Gasart.

Dieß Gas iſt leichter, als das kohlenſaure Gas, doch viel ſchwerer als Kohlen-Waſſerſtoffgas, und kommt in ſeinem Gewicht oft dem der atmoſphäriſchen Luft ziemlich nahe.

Im Volta'ſchen Eudiometer über Oel oder Queckſilber mit Sauerſtoffgas abgebrannt, gibt es kein Waſſer, und der luftförmige Rückſtand iſt kohlenſaures Gas, welches vom Kalkwaſſer gänzlich verſchluckt wird.

Man erhält dieſe Gasart ebenfalls, wenn man Zinkoxyd mit Reißbley erhitzt, oder wenn man kohlenſauren Baryt mit gepulverter Kohle über Feuer bringt.

Läßt man kohlenſaures Gas wiederholt durch eine glühende Porzellanröhre, in welche man zuvor Kohlen gebracht hat, gehen, ſo nimmt es beträchtlich am Umfange zu, wird nun nicht mehr vom Waſſer abſorbirt, und von einer hineingetauchten Wachskerze, ſtatt ſie auszu-

k) Annales de chimie. T. XXXVIII. (prairial) p. 258.

auszulöſchen, entzündet, und gibt beym Brennen gerade den Rückſtand, wie das Gas, das ſich bey der Reduktion des Zinkoxyds und Kohle entbindet.

Dieß Gas iſt daher offenbar kohligſaures Gas (gas carboneux), oder Kohlenoxydgas (gas oxyde de carbone), worin der Kohlenſtoff bloß in einem mindern Grade oxydirt iſt, indem der Sauerſtoff unter Begünſtigung der ausnehmend hohen Temperatur, die zu dieſen Operationen erfordert wird, mehr Kohlenſtoff aufnimmt, als er in vollkommene Säure zu verwandeln vermag.

Für dieſe Theorie gibt beſonders der letzte Verſuch einen direkten Beweis, welchen auch Fourcroy auf eine ganz andere Art mit Hülfe Thenard's angeſtellt hatte, und von dem er in der nämlichen Sitzung Nachricht gab. Auch beſtätigt folgende Bemerkung, die Haſſenfratz in der nämlichen Sitzung mittheilte, dieſe Erklärung. Als er in einer glühenden Röhre Sauerſtoffgas über Kohle gehen ließ, erhielt er, nach der Verſchiedenheit der Dauer der Operation und des Hitzgrades, ein ſchwereres oder leichteres, mehr oder minder brennbares Gas. Zuletzt bemerken die franzöſiſchen Chemiker noch, daß ſie es eigentlich Woodhouſe's Unterſuchungen zu danken hätten, auf die Spur einer ſo wichtigen Entdeckung gekommen zu ſeyn. Dieß hat vorzüglich Veranlaſſung gegeben, den franzöſiſchen Chemikern dieſe Entdeckung zuzuſchreiben, obgleich ſchon Cruikſhank die enſcheidenden Merkmale dieſer Gasart beſtimmter, als dieſer, vorher gefunden hatte.

Deſormes und Thenard[l]) haben durch neuere Verſuche dieſe Gasart in ein noch größeres Licht geſetzt.

l) Ibid. T. XXXIX. p. 26. ſq.

ſetzt. Sie fanden, daß ſich überhaupt Kohlenſäure, ſo oft ſie unter hohen Temperaturen mit Kohle in Berührung kommt, in kohlenſaures Gas verwandele. Auf dieſe Art haben ſie es aus vielerley Stoffen bereitet. So entwickelten ſie aus ſchwefelſauren Salzen, durch noch einmal ſo viel Kohle zerſetzt, als zur Bildung von kohlenſaurem Gas ausreicht, aus kohlenſaurem Baryt und kohlenſaurer Kalkerde, mit Kohle erhitzt, das kohligſaure Gas in Menge. Alle Metalloxyde, wenn man ſie mit mehr Kohle, als zur Bildung von Kohlenſäure ausreicht, erhitzt, woſern nur das Oxyd vorher ſich nicht reducirt, ehe die Kohle roth glüht, geben dieß Gas. Läßt man Waſſerdämpfe durch ein Rohr gehen, das viele Kohle enthält, und in zwey Oefen glühend erhalten wird, ſo geben ſie ein Gemenge von kohlenſaurem Gas, kohligſaurem Gas und Waſſerſtoffgas.

Höchſt wahrſcheinlich geben thieriſche und vegetabiliſche Stoffe, gehörig vermiſcht, gleichfalls kohligſaures Gas und Waſſerſtoffgas. Dieß bewies die Deſtillation von Gummi und von Holz. Auch erhält man kohligſaures Gas, wenn man in einem verſchloſſenen Gefäße Pulver aus 3 Theilen Salpeter und 1 Theil Kohle verbrennt.

Die Eigenſchaften dieſes merkwürdigen Gas ſind nach Deſormes und Thenard's Unterſuchungen folgende:

Ein Litre deſſelben wiegt im Mittel 1,101 Grammes.

Ein Vogel in eine Glocke voll dieſes Gas geſetzt ſtarb darin ſo ſchnell, daß es nicht möglich war, ihn lebendig wieder herauszunehmen. Wahrſcheinlich ſey

es

es daher dieſes Gas, durch welches der Kohlendampf ſo ſchnelle Erſtickungen bewirke. Einer von ihnen verſuchte es einzuathmen; er wurde davon auf der Stelle betäubt, daß er im Begriffe war, hinzufallen.

Licht, Elektricität und Wärme ſcheinen auf dieſes Gas keinen Einfluß zu haben; ſelbſt in einer glühenden Glasröhre verändert es ſeine Natur nicht.

Um das Geſetz der Dilatation dieſer Gasart zu kennen, brachten ſie etwas davon in eine graduirte Röhre, in der es durch Queckſilber geſperrt war. Dieſe Röhre ſtand bis auf ihren untern Theil in einer weitern Röhre, in welche kochendes Waſſer gegoſſen wurde. Als Alles gleiche Temperatur angenommen haben mochte, ſtand das Thermometer im Waſſer der äußern Röhre auf 51°. Bey allmähliger Ausdehnung zog ſich die Gasſäule zuſammen.

An der atmoſphäriſchen Luft brennt das kohligſaure Gas, wenn es entzündet wird, mit einer blauen Flamme. Durch eine glühende Glasröhre voll atmoſphäriſcher Luft getrieben, bewirkt es darin keine Detonationen. Mit atmoſphäriſcher Luft in Volta's Eudiometer durch einen elektriſchen Funken entzündet, detonirt es mit einer blauen Flamme, die das Inſtrument in Geſtalt einer horizontalen Scheibe von oben nach unten durchläuft. Dabey bleiben kohlenſaures Gas und Stickgas zum Rückſtand.

Mit Sauerſtoffgas verbrennt es ganz auf dieſelbe Art, und gibt damit bloß kohlenſaures Gas als Rückſtand. Indeß iſt es weit weniger verbrennlich, als das Waſſerſtoffgas, und oftmals entzündete ein zweyter elektriſcher Funke eine Miſchung aus kohlenſaurem Gas und Sauerſtoffgas noch einmal, nachdem es

ſchon zuvor durch den erſten Funken angezündet war. Dieſes findet beym Waſſerſtoffgas nie ſtatt. Gleiche Theile kohligſaures Gas und Sauerſtoffgas detoniren in offenen Gefäßen lange nicht ſo heftig, als Waſſerſtoffgas. Mit vielem Sauerſtoffgas verbrennt es ſehr ſchnell mit einer etwas röthlichen, minder ſtarken Flamme.

Läßt man gleiche Theile kohlenſaures Gas und Waſſerſtoffgas, die zuvor ausgetrocknet ſind, durch eine glühende Glasröhre gehen, ſo ſchlägt ſich Kohlenſtoff auf die Wände im Innern der Röhre nieder, und überzieht ſie an der Oberfläche mit einem prächtigen ſchwarzen Email. Zugleich bilden ſich Waſſer und reines Waſſerſtoffgas, wie daraus zu ſchließen iſt, weil es wie dieſes mit einer rothen Flamme brennt. Kohlenſaures Gas ſetzt unter dieſen Umſtänden nur wenig Kohlenſtoff in der Glasröhre ab, und macht die Oberfläche grau. Ein Stück Eiſen in der Röhre oxydirt ſich an der Oberfläche, ohne Stahl zu werden, und in der Porzellanröhre ſchlug ſich kein Kohlenſtoff an der innern Wand nieder.

Mit Stickgas verbindet ſich das kohlenſaure Gas ſo wenig als mit fließendem Schwefel. Indem es über glühende Kohlen weggeht, löſt es davon etwas auf und nimmt an Ausdehnung zu. Es verflüchtigt den Phosphor, löſt ihn geſchmolzen auf, und verbindet ſich damit ſo innig, daß es auch, nachdem es 24 Stunden über Waſſer geſtanden hat, noch mit einer blaßgelblichen Flamme brennt, und das eſſigſaure Bley nicht fällt. Wahrſcheinlich bildet ſich bey der Präcipitation des Phosphors, wenn man zu viel Kohle zur Phosphorſäure hinzuſetzt, kohligſaures Gas, und löſt Phosphor auf, woraus ſich der Verluſt

luſt an Phosphor erklärt. Man muß nicht mehr Kohle hinzuſetzen, als eben hinreicht, ſich mit dem Sauerſtoffe zum kohlenſauren Gas zu verbinden.

Mit Kali, Ammonium, Kalkerde und Baryt verbindet ſich das kohligſaure Gas nicht in der Kälte. Da der Waſſerſtoff in der Hitze dieſes Gas zerſetzt, ſo würde, hofften ſie, wenn ein Gemiſch aus kohlenſaurem Gas, Waſſerſtoffgas, und Ammoniumgas durch eine glühende Glasröhre getrieben würde, der Kohlenſtoff ſich mit dem Ammonium zu Blauſäure verbinden. Dieß geſchah aber nicht.

Leicht erhitztes rothes Queckſilberoxyd wird durch dieſes Gas ein wenig reducirt.

Auf Salpetergas wirkt es weder in der Kälte noch in der Hitze. Eben ſo wenig auf die Säuren.

Ein Maaß kohligſaures Gas und 4 Maaß oxydirt ſalzſaures Gas, die mit einander 36 Stunden lang über Waſſer geſperrt werden, verſchwinden völlig bis auf einen Rückſtand von etwas Stickgas. Dabey bildet ſich Kohlenſäure, und eine kleine weiße zähe Haut, die auf dem Waſſer ſchwimmt, und dem Gefühl nach viel Aehnlichkeit mit Wachs hat. Enthält das kohlenſaure Gas auch nur etwas Waſſerſtoff, ſo verbrennt es mit oxydirt-ſalzſaurem Gas nur langſam und unvollkommen.

Geht ein Gemenge aus kohlenſaurem Gas und Schwefel-Waſſerſtoffgas durch eine glühende Röhre, ſo ſchlägt ſich etwas Schwefel nieder, und das Gas läßt ſich nur ſehr ſchwer vom Schwefel-Waſſerſtoffgas durch Waſchen mit Waſſer trennen. Abſorbirt das Waſſer kein Gas weiter, ſo brennt der Rückſtand gerade

rade mit einer ſolchen Flamme, als das reine kohligſaure Gas, und es ſetzt ſich dabey an die Wände der Glocke Schwefel ab. Vor dem Waſchen brennt es mit rother Flamme; nach demſelben präcipirt es das eſſigſaure Bley in Menge. Dieß geſchieht nicht, wenn man es zuvor mit einer Eiſenauflöſung wäſcht, und es brennt dann blau, ohne Schwefel abzuſetzen.

Merkwürdig iſt es, daß ſich dieſes Gas nicht direkt gewinnen läßt, d. h. indem man den Sauerſtoff mit Kohlenſtoff gerade in dem Verhältniſſe vereinigt, in welchem ſie in dieſem Gas vorkommen, ſondern nur, indem man Kohlenſäure mit Kohlenſtoff chemiſch verbindet. Umſonſt ſuchten ſie es aus Sauerſtoffgas, das ſie langſam über glühende Kohlen wegſtreichen ließen, zu erhalten. Dabey bildet ſich bloß kohlenſaures Gas. Um kohligſaures Gas zu gewinnen, muß man es eine Zeitlang über glühende Kohlen ſtehen laſſen.

Vorzüglich merkwürdig iſt der Verſuch, in welchem Waſſerſtoff das kohligſaure Gas zerſetzt, indem es demſelben den Sauerſtoff entzieht. Höchſt wahrſcheinlich wird dazu ein Uebermaaß an Waſſerſtoffgas erfordert, und dieſe Zerſetzung gleicht der des kohlenſauren Gas durch Phosphor, wo die größere Verwandtſchaft durch die größere Maſſe beſtimmt wird.

Einige holländiſche Chemiker [m]) haben dieſes vorgebliche neue Gas genauer geprüft. Sie glaubten gefunden zu haben, daß ſich jene Herren durch eine ſcheinbare Verſchiedenheit ihres Gas vom Kohlenwaſſerſtoffgas haben irre führen laſſen.

Dieſe

m) *Van Mons* journal de chimie et de phyſique. N. 5. p. 187. ſq.

Dieſe Chemiker meinten ſowohl durch Syntheſe als Analyſe bewieſen zu haben, daß das vorgebliche gasförmige Kohlenoxyd oder koligſaure Gas aus Waſſerſtoff und Kohlenſtoff beſtehe, nur daß dieſe in einem andern Verhältniſſe als in den gewöhnlichen Arten des Kohlen=Waſſerſtoffgas enthalten ſind, daher man es als eine beſondere Art vom Kohlen=Waſſerſtoffgas anzuſehen habe.

Wo ſich auch dieſes Gas bilde, immer gehe eine Waſſerzerſetzung vor. Daß es ſich bey der Reduktion der Metalle durch Kohlen erzeuge, ſey daher nichts weniger als ein Einwurf gegen das neuere Syſtem der Chemie, wofür Prieſtley und Andere dieſelbe nahmen, ſondern entſpreche vielmehr völlig den Grundſätzen dieſes Syſtems.

Gegen dieſe holländiſchen Chemiker bemerken Desformes und Clement [n]), daß ſie ſelbſt nicht einmal die Gegenwart von Sauerſtoff in dieſer Gasart erkennen. Wenn ſie die Stoffe, womit ſie operiren, nach Maaß und Gewicht beſtimmt hätten, ſo würden ſie wahrgenommen haben, daß das kohlenſaure Gas, während es über glühende Kohlen geht, faſt gänzlich verſchwindet, und dafür als brennbares Gas erſcheint. Mithin macht es einen neuen Beſtandtheil dieſes Gas aus, das deßhalb nicht bloßes Kohlen=Waſſerſtoffgas ſeyn kann. Dieſe Herren behaupteten nämlich, daß dieſes Gas kein Hydrogen enthalte, dagegen aber erklärten andere Phyker, z. B. Bertholet und jene holländiſchen Chemiker, daſſelbe für eine dreyfache Verbindung von Kohlenſtoff, Sauerſtoff und Waſſerſtoff,

n) Annales de chimie. T. XLII. p. 151.

ſtoff, und ſchrieben die Brennbarkeit deſſelben auf Rechnung des letztern Stoffs. Nach Desormes und Clement haben dieſe Chemiker ihre Behauptung darauf gegründet, daß die Kohle nie ganz rein ſey, ſondern noch Hydrogen und Oxygen enthalte. Um nun dieſen ſtreitigen Gegenſtand mehr zu beſeitigen, entſchloſſen ſich Desormes und Clement, über folgende Fragen eine Reihe von Verſuchen anzuſtellen:

1. Enthält gut gebrannte Kohle Hydrogen?

2. Beruht der Unterſchied der verſchiedenen kohlenſtoffhaltenden Körper darauf, daß ſie bey gleicher Maſſe verſchiedene Mengen von Sauerſtoff enthalten?

In Anſehung der erſten Frage fanden ſie als ausgemacht, daß, wenn ſich während des Verbrennens der reinen Kohle Waſſer bildet, dieſes nicht anders, als in Geſtalt elaſtiſcher Flüſſigkeit in den Gasarten, welche dieſer Prozeß erzeugt, vorhanden ſeyn kann, und daß die Kohle, wenn ſie gehörig gebrannt worden iſt, von welcher Textur und Farbe ſie auch ſey, kein Hydrogen enthalte, folglich zum Verbrennen eine gleiche Menge von Sauerſtoff erfordere. Bey dieſen Unterſuchungen hatten ſie zugleich ein neues chemiſches Produkt entdeckt. Indem ſie nämlich auch die Einwirkung des Schwefels auf die Kohle verſuchten, ſo fanden ſie eine Verbindung des Schwefels mit der Kohle, welche in der Temperatur und unter dem gewöhnlichen Drucke der Atmoſphäre tropfbar flüſſig iſt, und welchen ſie liquiden Schwefel-Kohlenſtoff (ſouffre carburé) nennen. Dieſer iſt durchſichtig; wenn er ganz rein iſt, farbenlos, gewöhnlich aber gelbgrünlich, riecht unangenehm, ſchmeckt anfangs

fangs friſch, nachher aber ſehr pikant, wie Aether, und iſt auch ſo flüchtig wie dieſer.

Die Reſultate aus allen Verſuchen waren überhaupt folgende:

1. Gut bereitete Kohle, ſie rühre her von welchem Stoffe ſie wolle, gibt beym Verbrennen kein Waſſer; und gleiche Mengen derſelben gebrauchen zum vollſtändigen Verbrennen ſtets gleiche Mengen von Sauerſtoffgas. Folglich enthält ſie kein Hydrogen; und hat ſie Sauerſtoff mit zu ihren Beſtandtheilen, ſo enthält davon jede Kohle gleich viel (und auch ſo ein jeder Körper, der aus Kohlenſtoff beſteht; ob der Diamant eine Ausnahme mache, ſey noch unbekannt).

2. Kohle und Schwefel treten in hohen Temperaturen in chemiſche Verbindungen, und können ſich vereinigen a. zu einer durchſichtigen, farbenloſen und ſehr tropfbaren flüchtigen Flüſſigkeit, b. zu einem kryſtallbaren feſten Körper, und vielleicht auch c. zu einem unter dem Drucke der Atmoſphäre permanent elaſtiſchen Gas. In allen dieſen Verbindungen zeigt ſich keine Spur von Hydrogen.

3. Das gasförmige Kohlenſtoffoxyd, das man aus Kohle und getrocknetem kohlenſauren Gas, und auf ähnlichen Wegen erhält, enthält daher kein Hydrogen. Es iſt eine einfache und durch ſich ſelbſt brennbare Verbindung.

Geräthſchaften zur Anſchwängerung des Waſſers.

Prieſtley hatte bereits, wie oben angeführt iſt, einen Apparat angegeben, um das Waſſer mit ſogenann-

ter fixer Luft anzuſchwängern; allein er zieht ſelbſt die von Parker angegebene Methode vor. Der erſte Erfinder der parkerſchen Geräthſchaft iſt eigentlich D. Nöth °); Parker aber hat ſie anſehnlich verbeſſert und bequemer eingerichtet. Sie hat daher auch von ihm den Nahmen der parkerſchen Maſchine erhalten. Dieſelbe beſteht aus 3 genau in einander paſſenden gläſernen Gefäßen, von welchen das unterſte kegelförmig in eine ungefähr 1½ Zoll weite Oeffnung zuläuft, und einen flachen nach innen erhabenen Boden hat. An der Seite hat dieß Untertheil auch noch eine Oeffnung mit einem eingeriebenen Stöpſel. In die Oeffnung dieſes Gefäßes paßt das mittlere Gefäß, das kugelförmig iſt; es beſitzt unten einen Hals, welcher in die Mündung des vorigen genau und luftdicht eingeſchliffen iſt. In dieſem Halſe befinden ſich 2 ſenkrecht über einander ſtehende gläſerne Zapfen, welche mit mehreren Haarröhrchen durchlöchert ſind. Zwiſchen dieſen beyden gläſernen Zapfen iſt aber ein kleiner Raum, welchen ein planconvexes Linſenglas einnimmt, damit es mit ſeinem flachen Theile auf dem unterſten Zapfen ruht. Dieß Linſenglas hat einigen Spielraum, und dient als Ventil, die durch die Haarröhrchen aufſteigende Luft durchgehen, aber keine Flüſſigkeit zurückgehen zu laſſen. Dieß mittlere Gefäß endigt ſich auch oben in eine ohngefähr 1 Zoll weite Oeffnung, und hat nach unten zur Seite eine andere Oeffnung, welche mit einem eingeriebenen Glasſtöpſel verſchloſſen werden kann. In dieſem mittleren Theile der Maſchine paßt das obere ebenfalls kugelförmige Gefäß, welches ſich unten in einen Hals endigt, der in die Oeffnung des vorigen genau und luftdicht eingeſchloſſen

q) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXV. P. I. n. 4. p. 59.

ſen iſt, und in eine engere etwas krummgebogene Röhre ausläuft, die faſt bis zur Mitte des mittleren Gefäßes herabſteigt. Die Mündung des obern iſt mit einem kegelförmigen eingeriebenen Glasſtöpſel geſchloſſen.

In das unterſte Gefäß dieſer Geräthſchaft wird geſtoßener Marmor, Kreide, Kalkſtein u. dergl. geſchüttet, und darüber verdünntes Vitriolöl gegoſſen; das mittlere Gefäß mit Waſſer angefüllt, und alsdann alles gehörig zuſammengeſetzt. Das in dem untern Gefäße ſich entwickelnde kohlenſaure Gas geht nun durch das Ventil über, und erhebt ſich in den obern Theil dieſes Gefäßes über die Waſſerfläche. Daher treibt die Elaſticität dieſes Gas einen Theil Waſſer aus dem mittleren Gefäße durch die gebogene Röhre in das obere Gefäß. Der in dem mittleren Gefäße zurückbleibende Theil Waſſer iſt nun mit dem Gas in Berührung, welches auch beſtändig durch daſſelbe hindurch geht. Das Waſſer wird dadurch nach und nach mit dem Gas angeſchwängert, und kann durch die Seitenöffnung abgelaſſen werden. Das Anſchwängern des Waſſers wird durch Schütteln des ganzen Apparats befördert.

Durch dieſe Geräthſchaft kann man auch andere Flüſſigkeiten mit kohlenſaurem Gas, oder auch Waſſer mit andern Gasarten anſchwängern.

Andere Vorrichtungen zu dergleichen Operationen haben nachher Bergmann [p]), Magellan

p) De aquis medicatis frigidis arte parandis; in ſeinen opuſc. phyſ. chem. Vol. I. p. 185. ſq.

lan [q]), Whitering [r]) und Baader [s]) angegeben.

Auch zeigt Wilke [t]), wie man ſtatt des Schützelns die Luftſäure mit dem Waſſer durch einen Wirbel in größere Verbindung bringen könne.

Herr D. Fierlinger [u]) bemerkt aber, daß alle dieſe Methoden zum Theil einen koſtſpieligen Apparat erfordern, und zum Theil ſich bey ihnen die Luft im ausgedehnten Zuſtande befinde, ſo daß ſie ſich nicht hinreichend mit dem Waſſer verbinden könne. Dieſen Fehler ſuchte er auf folgende Art abzuhelfen: Er füllte gewöhnliche runde Flaſchen mit Waſſer an, ſtürzte ſie vorſichtig um, damit keine Luft in ſelbige hineinkam, ſtellte ſie auf einen einfachen Apparat, dergleichen Bergmann beſchreibt und abbildet, und füllte dieſe ſo geſtellte Flaſchen auf eben die Art, wie Bergmann, mit kohlenſaurem Gas an, das er aus dem zu Wien gewöhnlichen Küchenſande mit etwas wenigem Vitriolöle entwickelte. Wenn die Flaſchen mit Gas voll und von Waſſer folglich ganz leer waren, ver-

q) Beſchreibung eines Glasgeräths, vermittelſt deſſen man mineraliſche Wäſſer in kurzer Zeit und mit geringem Aufwande machen kann. A. d. Engl. von Wenzel. Dresd. 1780. 8.

r) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. V. St. 1. S. 104.

s) Beſchreibung verſchiedener Maſchinen zur Anſchwängerung des Waſſers mit Luftſäure; in Gren's Journal der Phyſik. B. III. S. 3. f.

t) Neue Weiſen, Wäſſer mit Luftſäure zu ſättigen; aus den neuen Schwediſchen Abhandl. B. III. S. 169. f. überſ. in Crell's chem. Annalen 1785. B. I. S. 169. f.

u) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. I. S. 64. f.

verſtopfte er ſie unter Waſſer mit einem Stöpſelventil, nahm ſie vorſichtig vom Apparate weg, indem er den Hals der Flaſche in ein kleines Gefäß unter Waſſer ſteckte, und tauchte ſie dann unter Waſſer in einen eigenen cylindriſchen hohen, faſt röhrenförmigen Topf, der 2 Fuß hoch, und dem Durchmeſſer der Flaſche gemäß weit iſt, um bey einer geringern Menge Waſſer nach hydroſtatiſchen Geſetzen einen großen Druck anbringen zu können. Die auf ſolche Art mit kohlenſaurem Gas gefüllten und ſo ganz unter Waſſer getauchten Flaſchen ſaugen ſich vermöge der Verwandtſchaft des kohlenſauren Gas zum Waſſer mit dieſem beynahe ganz voll an. Auf dieſe Art erhält F. ein Waſſer, das gleichen Cubikinhalt Gas in gleichem Cubikinhalt Waſſer enthält; denn das Waſſer iſt in den Raum des Gas gedrungen. Es iſt ziemlich ſtark, und kann noch ſtärker gemacht werden.

Dieſe Methode hat nebſt der Bequemlichkeit und Wohlfeilheit noch die Vortheile, daß ſich bey ſelbiger die Luft im compreſſiven Zuſtande befindet, und daß der Druck nach Belieben vermehrt werden kann, je nachdem man die Flaſche mehr oder weniger untertaucht, und daß das Waſſer in den Gefäßen, aus welchen es getrunken wird, ſelbſt bereitet werden kann, weil bey dem Umgießen deſſelben deſto mehr verloren wird, je ſtärker das Waſſer iſt.

Die Stöpſelventile ſind genau an die Flaſchen paſſende, der Länge nach durchbohrte und ausgefeilte Korkſtöpſel, deren obere Oeffnung mit einem zinnernen Blättchen bedeckt wird, welches mit einem Faden an den Stöpſel befeſtigt iſt, indem man es durchbohrt, und den Faden durchzieht. Wenn dieſes Blättchen oben mit einem Grübchen verſehen wird, in welches man

man alkoholiſirte oder andere Eiſenfeilſpähne legt, ſo wird das Waſſer eiſenhaltig, und zwar ſo ſtark, daß es mit geiſtiger Galläpfeltinktur einen ſchwarzen Niederſchlag gibt, und einen ſtarken Eiſengeſchmack bekommt.

Dieſe Eiſenwaſſer ſind nun auch ein Beweis, daß die Ventile gut ſchließen, und daß ſich folglich wirklich gleicher Cubikinhalt Luft in gleichem Cubikinhalte Waſſer befinde; denn ſchließen ſie nicht genau, ſo bekommt das in den Topf vorgeſchlagene Waſſer oben auf eine ſpielende Haut, welches nicht geſchieht, wenn die Ventile genau paſſen.

Das auf dieſe Art bereitete Waſſer iſt ſchon ziemlich an Gas und Eiſen reichhaltig, aber es kann durch wiederholtes Schwängern noch reichhaltiger gemacht werden.

Eudiometrie.

Veranlaſſung, auf Vorrichtungen zu denken, durch welche die Reinheit der Luft geprüft werden könne, gab die von Prieſtley entdeckte Erſcheinung der Salpeterluft, die reſpirable Luft zu zerſtören. Dieſer fand ſchon, daß die atmoſphäriſche Luft und das Salpetergas eine deſto größere Verminderung des Volumens erleiden, je reiner die atmoſphäriſche Luft iſt, und daß der Rückſtand jederzeit phlogiſtiſirte Luft iſt. Er war ſelbſt der erſte, welcher bereits im Jahre 1772. ein einfaches Inſtrument dieſer Art zu Stande brachte. Dieß beſteht aus einer gläſernen Flaſche oder Phiole, die er das Maaß nennnt, und welche ungefähr 1 Unze Waſſer enthalten kann, nebſt noch 2 andern Glasröhren. Der Durchmeſſer der einen Glasröhre beträgt etwa 1½ Zoll und der der andern ¼ Zoll, die

die Länge Beyder 3 Fuß. Dieſe lange Röhre dient zur Einnahme der zu prüfenden Luft und des Salpetergas; deßwegen ſind auch die Räume, in welche ſich die geprüfte Luft ausdehnt, durch eingeſchnittene Striche bemerkt, und ein jeder davon in 1000 Theile getheilt. Das Maaß wird nun zuerſt mit Waſſer angefüllt, und in umgekehrter Lage mit der Oeffnung über die Oeffnung des Trichters einer mit Waſſer gefüllten Wanne des pnevmatiſch chemiſchen Apparats gebracht. Hierauf wird nun in dieſes Maaß die zu prüfende Luft durch den Trichter eingelaſſen, welche ſich in demſelben nach oben hingibt, und das Waſſer herunterpreßt. Dieſes Maaß Luft wird ſodann in die 1½ Zoll breite Glasröhre gelaſſen, ohne dieſelbe mit der bloßen Hand zu berühren. Auf die nämliche Art wird nun auch das Maaß mit Salpetergas angefüllt, und in eben die Glasröhre gelaſſen; die Miſchung dieſer beyden Luftarten wird nun in die große gläſerne Röhre mit der äußern Waſſerfläche zuſammengelaſſen, wobey nun der Raum, welchen 2 Maaß Luft nach der Vermiſchung ausfüllen, in Hunderttheilen eines Maaßes bemerkt werden kann. Dieſes Verfahren, ſo einfach es auch an ſich iſt, iſt doch verſchiedenen Fehlern ausgeſetzt; ſchon eine nur gering abweichende Temperatur kann verſchiedene unter einander ſtark abweichende Reſultate hervorbringen, anderer Umſtände, die ſich dabey einfinden können, nicht zu gedenken.

Prieſtley's Gedanke, mittelſt des Salpetergas die Reinigkeit der atmoſphäriſchen Luft zu prüfen, ward von andern Naturforſchern mit Beyfall aufgenommen. Sie ſuchten die erſte Erfindung auf mannigfaltige Weiſe abzuändern und zu verbeſſern. Der

Abt Felix Fontana x) ſchlug acht von der Prieſtley'ſchen Erfindung verſchiedene neue Werkzeuge vor, welche alle dieſes mit einander gemein haben, daß eine jede Luftart in ein eigenes dazu beſonders beſtimmtes Behältniß gebracht wird. Hierauf werden beyde Luftarten zuſammengelaſſen, da ſodann das Queckſilber die Größe der Veränderung des Volumens angibt. Bey den vier erſten geſchieht dieſes durchs Abwägen des Queckſilbers, bey den vier andern aber durch den verſchiedenen Stand in der Glasröhre mittelſt eines angebrachten Maaßſtabes. Alle dieſe Werkzeuge haben aber weiter keinen Beyfall erhalten, weil das Salpetergas das Queckſilber angreift, und daher die zu erwartenden Reſultate ungemein zweifelhaft macht.

Nicht lange darnach gab der Ritter Marſiglio Landriani y) in Mayland eine ganz andere Einrichtung dieſes Werkzeuges an, und benannte ſelbiges zum erſtenmale Eudiometer, welchen Nahmen alle übrige Einrichtungen dieſer Art behielten. Dieſes Eudiometer beſteht aus einer ovalen gläſernen Flaſche, die an beyden entgegengeſetzten Oeffnungen mit gläſernen oder elfenbeinernen Hähnen verſehen iſt. Aus der untern Oeffnung dieſer Flaſche geht eine Glasröhre, welche überall gleich weit iſt, hinab; das untere Ende dieſer Röhre beſitzt ein Ventil, und ſteht in einem kleinen Becken mit Waſſer. Dieſer ganze Apparat iſt an ein hölzernes Geſtelle gebracht, welches neben der langen

x) Deſcrizione e uſo di alcuni ſtromenti per miſurare la ſalubrità dell' aria. in Firenze 1774. 4.

y) Richerche fiſiche intorno alla ſalubrità dell' aria. in Milano 1775. 8. auch in *Rozier* journal de phyſ. Octob. 1775. Landriani Unterſuchung der Geſundheit der Luft. Baſel 1778. 8.

gen Glasröhre eine Skale enthält, deren Länge in 24, jeder Theil wiederum in 12 Theile eingetheilt iſt. Am obern Hahne iſt eine Blaſe, mit Salpetergas angefüllt, gebunden. Der Gebrauch dieſes Eudiometers iſt folgender: die Flaſche und Röhre werden mit Waſſer angefüllt, hierauf der obere Hahn mit der daran gebundenen Blaſe aufgeſchraubt, und aus letzterer ſo viel Salpetergas in die Flaſche gedruckt, bis dieſe ganz mit dem Salpetergas angefüllt und das Waſſer hinabgedruckt iſt. Hiernächſt werden nun beyde Hähne verſchloſſen, das kleine mit Waſſer gefüllte Becken wird weggenommen, damit das Waſſer aus der Glasröhre auslaufen, und dieſe ſich mit atmoſphäriſcher Luft füllen könne. Nachdem nun dieſes wirklich geſchehen iſt, wird das Becken wieder in die gehörige Stellung gebracht, die untere Oeffnung der Röhre ins Waſſer getaucht, und der Hahn zwiſchen der Flaſche und der Röhre geöffnet. Da nun hierdurch beyde Luftarten in Berührung kommen, ſo erfolgt auch die Verminderung des Volumens der atmoſphäriſchen Luft, und daher muß das Waſſer durch den äußern Druck der Atmoſphäre in der gläſernen Röhre in die Höhe getrieben werden, wodurch die Verminderung des Volumens durch die abgetheilte Skale ſehr leicht beſtimmt werden kann. Mit dieſem Eudiometer hat Landriani die Luft in den Gebirgen bey Piſa immer reiner gefunden, je höher er hinaufſtieg, dagegen um den Veſuv immer ſchlechter, je näher er dem Krater kam; auch fand er bey den pontiniſchen Sümpfen, beym Sirocco, in der Hundsgrotte u. ſ. f. die Luft von ſchlechter Beſchaffenheit. Nachdem er ſeine Reiſe vollendet hatte, ſchenkte er dieſes Inſtrument dem D. Prieſtley.

Auch

Auch Ingenhouß gab ſich um eben dieſe Zeit Mühe, das Werkzeug zur Beſtimmung der Luftgüte zu verbeſſern. Er beſchrieb zwey neue Einrichtungen dieſer Art in einem Briefe an Pringle, welcher im Jahre 1776. der königl. Societät der Wiſſenſchaften zu London vorgeleſen, und in ihre Schriften aufgenommen wurde z). Das eine Werkzeug hat folgende Einrichtung: eine kupferne Röhre beſitzt zwey Hähne, an deren einem Ende eine Flaſche von Federharz ſich befindet, das andere Ende aber in eine Glasflaſche eingeſchraubt werden kann. Von der Mitte dieſer kupfernen Röhre geht eine andere rechtwinklich umgebogene kupferne Röhre herab, die einen Hahn beſitzt, und endigt ſich in eine Glasröhre von 2 bis 3 Fuß Länge, welche in 100 gleiche Theile abgetheilt iſt. Dieſen Apparat gebrauchte Ingenhouß auf dieſe Art: er goß ½ Loth verdünnte Salpeterſäure auf 1 Quentchen Eiſenfeil in die Glasflaſche, woraus ſich das Salpetergas entwickelte; hierauf druckte er die Flaſche von Federharz, welche atmoſphäriſche Luft enthielt, zuſammen, um beyde Luftarten in der kupfernen Röhre mit einander zu vermiſchen. Nachdem ſich nun das Eiſen aufgelößt hatte, ſo verſchloß er die Hähne in der kupfernen Röhre, und brachte die gläſerne in gleiche Theile abgetheilte Röhre in Queckſilber. Hierauf öffnete er nun den unterhalb der Federharzflaſche und den an der gebogenen Röhre befindlichen Hahn, wodurch das Queckſilber durch den äußern Druck der Atmoſphäre in die gläſerne Röhre hinauf ſtieg, und die Verminderung des Volumens an der Theilung anzeigte. Dieſen Apparat verwarf aber Ingenhouß ſelbſt wieder, indem die entwickelten Salpe-

z) Philoſ. Tranſact. Vol. LXVI. p. 257.

Salpeterdämpfe das Kupfer auflößten, und das ganze Verfahren ſelbſt falſche Reſultate hervorbringen mußte.

Das andere von Ingenhouß angegebene Werkzeug hatte folgende Einrichtung: eine im Durchmeſſer $\frac{1}{12}$ Pariſ. Zoll und $2\frac{1}{2}$ Fuß lange, an beyden Seiten offene Glasröhre ward in 100 gleiche Theile abgetheilt. Dieſe Röhre brachte er über ein mit Eiſenfeil und Scheidewaſſer angefülltes Fläſchchen, um es mit Salpetergas zu füllen; hierauf hielt er beyde Oeffnungen der Röhre mit den Daumen zu, brachte die untere Oeffnung in ein Gefäß mit Queckſilber, und ließ durch die Oeffnung der Röhre an beyden Seiten 1 Zoll hoch Queckſilber hineintreten. Hiernächſt verſchloß er die Röhre wieder, und brachte ſie verſchloſſen in eine horizontale Lage, in welcher er durch abwechſelndes Oeffnen und Verſchließen die darin befindliche kleine Queckſilberſäule bis in die Mitte laufen ließ, wobey dieſelbe aus dem einen Ende gerade ſo viel Salpetergas austreibt, als durch das andere Ende atmoſphäriſche Luft hineingelaſſen wird. Wenn nun das Queckſilber ſich in der Mitte der Röhre befand, ſo ſchüttelte er die Röhre mit verſchloſſenen Oeffnungen hin und her, welches vorzüglich zur leichtern Vermiſchung beyder Luftarten beytrug. Zuletzt brachte er die untere Oeffnung der Röhre wieder in das Gefäß mit Queckſilber, und öffnete das untere Ende, indem er das obere noch verſchloſſen hielt. Da nun hierdurch die Vermiſchung beyder Luftarten eine Verminderung des Volumens hervorgebracht hatte, ſo mußte natürlich das Queckſilber in der Röhre aufſteigen, und dadurch die Verminderung des Volumens anzeigen. Allein auch von dieſer Methode iſt Ingenhouß wieder abgegangen.

Im Jahre 1777. beſchrieb Herr von Magellan [a]) drey neue Eudiometer, welche ſehr zuſammengeſetzt waren. Man findet ſie vollſtändig beſchrieben und abgebildet beym Cavallo [b]). Das erſtere hat folgende Einrichtung: eine durchaus gleich weite und 12 bis 15 Zoll lange gläſerne Röhre (fig. 25.) ab iſt oben mit einem eingeriebenen Stöpſel a verſehen; an dem untern Ende aber iſt ein Gefäß cf recht paſſend eingeſchliffen, welches noch zwey andere Oeffnungen beſitzt, in welche ebenfalls kleine Phiolen d und e paſſend eingeſchliffen ſind. Der innere Raum beyder Phiolen zuſammengenommen muß ohngefähr dem der Röhre ab gleich ſeyn. Der meſſingene Ring g läßt ſich an der Röhre hin und herſchieben, und mittelſt einer Stellſchraube allenthalben befeſtigen. Außerdem iſt nun noch ein hölzernes oder meſſingenes Lineal in gleiche Theile abgetheilt, welches durch ein Paar meſſingene halbe Ringe an die Röhre ab feſt gemacht werden kann. Wenn man dieſen beſchriebenen Apparat gebrauchen will, ſo wird der Stöpſel a abgenommen, und das ganze Inſtrument unters Waſſer in die Wanne gebracht, ſo daß ſich das Gefäß cf, die beyden Phiolen d und e, und die Glasröhre ab ganz mit Waſſer anfüllen, da es ſodann mit dem Stöpſel a wieder verſchloſſen wird. Den untern Theil des Inſtruments läßt man etwa bis zur Hälfte der Röhre im

a) Deſcription of a glas-apparatus &c. together with the deſcription of ſome new Eudiometers &c. Lond. 1777. 8. Beſchreibung eines Glasgeräths, vermittelſt deſſen man mineraliſches Waſſer in kurzer Zeit ꝛc. machen kann, wie auch einiger Eudiometer ꝛc. Aus d. Engl. mit Zuſätzen von Wenzel. Dresd. 1780. S. 24.

b) Abhandlung über die Eigenſchaften der Luft. A. d. Engl. Leipz. 1783. 8. Taf. II. fig. 22. 23. 24.

im Waſſer, nimmt hierauf eine von den beyden Phiolen d und e ab, füllt ſie mit der zu prüfenden Luft, und bringt ſie wieder an ihre gehörige Stelle; eben ſo wird auch die andere mit Salpetergas gefüllt, und gleichfalls wieder an den gehörigen Ort gebracht. Hiernächſt wird das Inſtrument aus dem Waſſer herausgenommen, und das Gefäß cf ſo herumgedreht, daß die beyden Phiolen d und e zu unterſt und der Bauch cf zu oberſt kommen, wodurch die beyden Luftarten, die in beyden Phiolen enthalten ſind, über die Waſſerfläche in den Bauch cf treten, ſich daſelbſt mit einander vermiſchen, und die Verminderung des Volumens bewirken. Sobald man das Gefäß cf herumgedreht hat, muß das Inſtrument wieder bis an die Mitte der Röhre ins Waſſer getaucht, und der Stöpſel a oben weggenommen werden. Wenn nun auf beſchriebene Weiſe die Verminderung des Luftvolumens erfolgt iſt, ſo wird natürlich das Waſſer in der Röhre ab herabfallen. Hatte aber die Verminderung des Luftvolumens den höchſten Grad erreicht, ſo glaubte Magellan wahrgenommen zu haben, daß alsdann das Volumen wieder ein wenig zunehme, und deßwegen gebrauchte er den meſſingenen Ring mit der Stellſchraube, um den Punkt, wo die Waſſerfläche ſtill geſtanden hatte, genau zu bezeichnen; allein dieſes Vorgeben hat ſich nicht beſtätigt gefunden. Sobald nun die Verminderung des Luftvolumens völlig aufgehört hat, ſo füllt er die Röhre ab mit Waſſer wieder voll, verſchließt ſie mit dem Stöpſel a, und wendet ſie ſo, daß nun die verminderte Luft aus dem Gefäße in die Röhre hinaufſteigen kann. Nun nimmt er das Gefäß cf ab, bringt die Röhre ſo weit ins Waſſer, bis die Waſſerfläche in der Röhre mit der äußern zuſammenfällt, und mißt ſodann an dem Li-

 neale

neale das Volumen der beyden Luftarten ab. Auf dem Lineale iſt nun bemerkt, wie viel Theile mit den beyden innern Räumen der Phiolen d und e zuſammengehören. Geſetzt alſo, die beyden Räume wären dem Raume der Röhre ſelbſt genau gleich, d. h. beyde Luftarten würden in der Röhre zuſammengenommen die 100 gleichen Theile betragen, oder ihre Räume würden mit den 100 Theilen der Röhre zuſammengehören, ſo ließe ſich nun auch die Größe der Verminderung der vermiſchten Luftmaſſe nach Magellan leicht beſtimmen. Nähmen nämlich die beyden Luftarten in der Vermiſchung nur noch 50 Theile ein, ſo wären 50 Theile verloren gegangen, und es wäre nun nach Magellan der Grad der Salubrität der atmoſphäriſchen Luft $= \frac{50}{100} = \frac{1}{2}$ u. ſ. f.

Die übrigen beyden von Magellan angegebenen Eudiometer ſind eben ſo wie dieſes beſchriebene zuſammengeſetzt, und gar nicht weiter in Gebrauch gekommen.

Nachher ſind noch eine ſehr große Menge von dergleichen Werkzeugen angegeben worden, welche ſich alle von der erſten einfachſten und daher auch beſten Einrichtung zu weit entfernt haben, und welche hier zu beſchreiben zu weitläuftig ſeyn würde. Dergleichen haben beſchrieben: Achard [c]), Gerardin [d]),

Steg-

c) Sur la meſure de la ſalubrité de l'air, renfermant la deſcription de deux nouveaux Eudiomètres in den nouv. mémoir. de Pruſſe 1778. Tab. V. fig 1. 2. Ueber das Maaß der Reinigkeit der Luft, nebſt der Beſchreibung zweyer neuer Eudiometer, in Achard's Sammlung phyſ. und chemiſcher Abhandlung. B. I. Berlin 1784. S. 317.

d) *Rozier* journal de phyſique. Mars 1778.

Stegmann [e]), Cavendiſh [f]), Sennebier [g]) und andere.

White [h]) gebrauchte zu ſeinen Beobachtungen über die Salubrität der Luft zu York eine gemeine Barometerröhre, welche eine ſolche Weite hatte, daß etwa 1 Unzenmaaß voll Luft 134 Decimaltheile eines engliſchen Zolls darin einnahm. In dieſe Röhre brachte er unter dem Waſſer vermittelſt gläſerner Trichter 1 Unzenglas voll Luft hinein, that gleich ein halbes Unzenglas voll Salpetergas hinzu, und bemerkte den Raum, welchen beyde Luſtarten im erſten Augenblicke einnahmen, aber auch den, welchen ſie nach ½ Stunde noch einnahmen. Der letztere von dem erſtern abgezogen gab die Verminderung des Luftvolumens an, und beſtimmte die Reinigkeit der Luft.

Herr de Sauſſüre [i]) bediente ſich auf ſeinen Reiſen durch die Alpen zu dieſer Abſicht einer gläſernen Flaſche, welche einen eingeriebenen Stöpſel hatte, nebſt einem kleinen Gläschen oder Maaße, welches etwa

e) Beſchreibung eines Luftmeſſers der geſunden und ungeſunden Luft. Caſſel 1778. 8.

f) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXXIII. P. I. im Gothaiſch. Magaz. B. II. St. 3. S. 151.

g) Mémoires phyſico-chymiques ſur l'influence de la lumière ſolaire pour modifier les êtres des trois regnes de la nature. à Geneve 1782. 8. Tab. I. fig. 2. Tab. II. fig. 3.

h) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXVIII. P. I. n. 13. überſ. in den Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte. B. 2. St. 4. S. 412.

i) Reiſe durch die Alpen. Aus d. Franz. Leipz. 1781. 8. Th. II. §. 578.

etwa $\frac{1}{3}$ der Flaſche hielt, und einer kleinen Wage. Dieſer ganze Apparat war ſo eingerichtet, daß er in ein Käſtchen gepackt, und leicht auf Reiſen mitgenommen werden konnte. Zuerſt wiegt de Saüſſüre die mit Waſſer angefüllte Flaſche, und läßt hierauf unter dem Waſſer durch einen Trichter 2 Maaß atmoſphäriſche Luft und 1 Maaß Salpetergas hinein. Sobald ſich dieſe beyden Luftarten mit einander vermiſchen, und die Größe des Volumens vermindern, ſo dringt das Waſſer in die Flaſche. Nun verſchließt er die Flaſche unter dem Waſſer, ſchüttelt ſie, öffnet ſie wieder, damit etwa neues Waſſer hineindringen könne, und wiederholt dieſes Verfahren jederzeit dreymal. Zuletzt wird dieſe Flaſche zugeſtopft, ganz rein abgetrocknet und wieder gewogen. Wenn nun dieß letztere Gewicht von dem erſtern abgezogen wird, ſo gibt der Reſt das Gewicht der Waſſermenge an, welche den Raum der vermiſchten und verminderten Luftmaſſe ausfüllt, und iſt folglich deſto größer, je geringer die Verminderung iſt, oder je weniger Lebensluft die atmoſphäriſche Luft enthält.

Da aber alle dieſe Eudiometer wenig zuverläſſige und übereinſtimmende Reſultate gaben, ſo ging man wieder auf die erſte und einfachſte Erfindung zurück, welche bloß einige Verbeſſerungen von Fontana, Cavallo, Ingenhouß und Luz erhielt. Die Verbeſſerung, welche Fontana anbrachte, iſt mit deſſen Genehmigung von Ingenhouß [k]) beſchrieben worden. Dieß Prieſtley'ſche von Fontana verbeſſerte Eudiometer beſteht aus zwey Stücken, dem großen und kleinen Maaße. Das große Maaß iſt eine 14 bis 20 Zoll

k) Verſuche mit Pflanzen ꝛc. Aus d. Engl. Leipz. 1780. 8.

Zoll lange Glasröhre, welche vollkommen cylindriſch iſt, und im Durchmeſſer $\frac{1}{2}$ Zoll hat. Sie iſt durch gemachte Einſchnitte ins Glas in gleiche 3 Zoll lange Theile eingetheilt, wovon ein jeder Theil wieder in 100 Theile abgetheilt werden kann, die jedoch nicht ſelbſt aufs Glas getragen, ſondern auf eine eigene an der Röhre bewegliche Skale eingeſchnitten ſind. Dieſe Skale beſteht aus zwey gleich langen Stäben von Meſſing, welche unten und oben an meſſingene Ringe gelöthet ſind. Uebrigens iſt die Röhre (fig. 26.) ab ſelbſt unten bey cd kegelförmig ausgearbeitet. Das kleine Maaß (fig. 27.) iſt eine kleine Phiole g, welche genau ſo viel Raum einnimmt, als eine Eintheilung von 3 Zoll des großen Maaßes. Dieſe Phiole paßt mit ihrer Oeffnung in eine meſſingene kurze trichterför- mige Röhre h, durch deren Mitte ein Schieber k vor die Oeffnung der Phiole g geht. Vermittelſt dieſes Schiebers wird die in der Phiole befindliche Luft von der überflüſſigen der koniſchen Hölung h ab- geſondert. Wenn man nun dieſe Phiole unter Waſſer bringt, und ſie darin umkehrt, ſo wird auch dieſe überflüſſige Luft weggeſchaft. Auf dieſe Art iſt alſo beſtändig eine gleiche Menge Luft in der Phiole ein- geſchloſſen. Um nun dieſes zweyte Maaß mit einer Luftart anzufüllen, wird es zuerſt mit Waſſer voll ge- macht, und nun mit der Oeffnung nach aufgemachtem Schieber auf den Trichter der mit Waſſer angefüllten Wanne des pnevmatiſch chemiſchen Apparats gebracht. Hiernächſt wird die Luftart im Waſſer durch den Trich- ter in die Phiole gelaſſen, dieſe durch den Schieber verſchloſſen, und im Waſſer umgekehrt, damit die überflüſſige im koniſchen Theile h befindliche Luft heraus- gehe. Auf dieſe Weiſe wird man nun eine beſtimmte Quantität von dieſer Luftart in dem kleinen Maaße haben.

haben. Um nun dieſe in das große Maaß zu leiten, muß dieſes ebenfalls mit Waſſer angefüllt werden; hierauf hält man es umgekehrt ins Waſſer, bringt das kleine Maaß umgekehrt mit dem koniſchen Theile h unter die Oeffnung b, macht die Schieber auf, und läßt die Luft aus der Phiole in das große Maaß übergehen. Auf dieſe Weiſe bringt man zuerſt in das große Maaß 2 kleine Maaß von der zu prüfenden Luft, und thut alsdann ein kleines Maaß Salpetergas hinzu. Sobald dieſes verrichtet iſt, ſo wird das große Maaß vom Brete der Wanne weggenommen, und im Waſſer ſtark geſchüttelt, darauf in einen mit Waſſer gefüllten meſſingenen Cylinder (fig. 28.) rrrr gebracht, ſo daß die Waſſerfläche im großen Maaße mit der äußern im Cylinder zuſammenfällt, und in ſelbigem 1 bis 2 Minuten in der ſenkrechten Stellung ganz ruhig ſtehen gelaſſen, damit das Waſſer ablaufen könne. Nun wird die Skale am großen Maaße ſo verſchoben, daß ihr unteres Ende, oder die Null, mit der Waſſerfläche im großen Maaße gleich ſteht, wobey zugleich die Zahl an der Skale mit der dazu gehörigen Hauptabtheilung am Glaſe des großen Maaßes bemerkt wird. Nun läßt man von neuem ein kleines Maaß Salpetergas hinzu, ſchüttelt das große Maaß unterm Waſſer wie vorher, läßt es abermals im meſſingenen Waſſerbehälter 1 bis 2 Minuten ruhig ſtehen, ſtellt die Skale gehörig, und bemerke auch hier die Zahl derſelben. Zuletzt läßt man noch ein drittes kleines Maaß Salpetergas hinzu mit demſelben eben angegebenen Verfahren. Dieſe 3 Maaß Salpetergas ſind nun hinlänglich, um 2 Maaß atmoſphäriſche Luft gänzlich zu zerſetzen. Nach Beendigung dieſer Operation werden die bemerkten Zahlen der Skale mit den bis an das obere Ende des großen Maaßes noch übrig blei-

bleibenden Hauptabtheilungen von den in das große Maaß gelaſſenen kleinen Maaßen, jedes für 100 gerechnet, abgezogen; der Reſt gibt alsdann die Verminderung des Luftvolumens. Wenn z. B. nach dieſem beſchriebenen Verſuche eine Hauptabtheilung des großen Maaßes bey der Zahl 12 der großen Skale geſtanden hätte, und es wären bis an das obere Ende noch 2 Hauptabtheilungen übrig geweſen, ſo hätte das zurückgebliebene Volumen 212 Theile betragen; dieſe nun von 500, als dem Volumen der 5 kleinen Maaße zuſammengenommen, ſubtrahirt, gibt die Verminderung des vermiſchten Luftvolumens = 288 Theile. Man ſieht wohl, daß es bey dieſer Operation vorzüglich auf eine hinlängliche Uebung ankomme, wenn man gleichförmige Reſultate erhalten will.

Cavallo [l]) ſuchte dieſe ganze Einrichtung dadurch noch einfacher zu machen, daß er den meſſingenen Waſſerbehälter ganz wegließ, und dagegen am obern verſchloſſenen Ende des großen Maaßes entweder einen Ring oder eine Schleiſe anbrachte, womit es an einem meſſingenen Haken der pnevmatiſchen Wanne aufgehangen werden konnte. Auf der Skale zählt er die Hunderttheile an dem einen Stabe vom obern Ringe herab, und an dem andern von unten hinauf. Bey dem Verſuche ſelbſt läßt er 2 kleine Maaße atmoſphäriſche Luft, und 1 Maaß Salpetergas in das große Maaß, ſchüttelt es hierauf 15 Sekunden lang im Waſſer der pnevmatiſchen Wanne, und hängt es an dem Haken ſo auf, daß die Waſſerfläche in dem großen Maaße etwa 2 Zoll über der Waſſerfläche in dem

l) Abhandlung über die Eigenſchaften der Luft. S. 112.

dem großen Maaße zuſammenfällt, und bemerkt alsdann, welche Theilung mit einem Striche am großen Maaße gleich ſteht. Man nehme z. B. an, der 44ſte Theilungsſtrich der Skale von oben herabgerechnet treffe mit dem 2ten Striche am großen Maaße zuſammen, ſo ſchreibt er dafür II, I; 2,44, d. h. 2 Maaß atmoſphäriſche Luft, und 1 Maaß Salpetergas ſind durch die Vermiſchung auf 2,44 Maaß zurückgebracht worden. Hierauf läßt er ein 2tes Maaß Salpetergas hinzu, und verfährt damit eben ſo, wie bereits angezeigt worden iſt; fiele hierbey z. B. der 24ſte Theilſtrich der Skale mit der dritten Hauptabtheilung am großen Maaße zuſammen, ſo bezeichnet er dieß nun II, II; 3,24. Die andere Abtheilung der Skale, die von unten hinauf gerechnet wird, gebraucht er in dem Falle, wenn es nicht angeht, daß man den untern Ring der Skale an die Waſſerfläche bringen kann, und man folglich den obern Ring daran bringen und von oben herab zählen muß.

Dieß nämliche Werkzeug gebraucht auch Ingenhouß, miſcht aber dabey nur 1 Maaß von jeder Luftart zuſammen. Das kleine Maaß hält er unter dem Waſſer bey dem Schieber 15 Sekunden lang, damit es die Temperatur des Waſſers annehme, und von der Hand nicht erwärmt werde. Das Salpetergas bereitet er ſtets von neuem aus Kupfer. Wenn dieſes nun in das große Maaß geleitet worden iſt, ſo ſchüttelt er es 30 Sekunden lang unter dem Waſſer, und bringt es nachher in den meſſingenen Waſſerbehälter rrrr. Dieſen ganzen Apparat läßt er nun ſo eine Minute lang in der Wanne ſtehen, und gießt beſtändig Waſſer darüber, damit das große Maaß eben die Temperatur erhalte, welche das Waſſer in der Wanne hat.

hat. Endlich ſchiebt er die Null der Skale auf das äußerſte Ende der Waſſerſäule im großen Maaße, und gibt acht, wie viele Theile von 2 kleinen Maaßen oder von 200 Theilen der Skale übrig geblieben ſind.

Luz m) hat an der Einrichtung dieſes Eudiometers keine weſentliche Veränderung vorgenommen, ſondern bloß, wie Cavallo gethan hatte, den meſſingenen Waſſerbehälter weggelaſſen. Er hängt nämlich, wie Cavallo, das Eudiometer an einem Haken der Wanne auf. Auch bleibt nach Luz's Vorſchriften die Skale feſt und unbeweglich, erſtreckt ſich aber über 3 Hauptabtheilungen des großen Maaßes; eine jede von dieſen Abtheilungen wird aber durch ein hineingelaſſenes Maaß Luft beſonders beſtimmt, und in 100 Theile eingetheilt, ſo daß 300 Unterabtheilungen auf die Skale kommen. Das Verfahren, welches dabey zu beobachten iſt, beſchreibt er ganz genau, und gibt dieſe Bezeichnungsart an:

a.200, b.200, c.204.

d. h. 2 Maaß atmoſphäriſche Luft und 2 Maaß Salpetergas nehmen vermiſcht 204 Theile der Skale, oder 2,04 Maaß Raum ein. Die Verminderung des Luftvolumens iſt $d = a + b - c$ oder 196 Theile.

Seitdem ſind noch von Wilke n) zwey andere Einrichtungen, und vom Hrn. Späth o) in Altorf eine

m) Anweiſung das Eudiometer des Fontana zu verfertigen, und zum Gebrauche bequemer zu machen. Nürnb. und Leipz. 1784. 8.

n) Neue Schwed. Abhandl. B. IV. 1785. auch im Gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. III. St. 4. S. 106. u. f.

o) Gren's Journal der Phyſik. B. III. S. 179. f.

eine veränderte Einrichtung des Prieſtley'ſchen Eudiometers angegeben worden.

Bey aller nur möglichen Vorſicht, welche man beym Gebrauche des Eudiometers anwendet, iſt es doch wegen verſchiedener beſtändig eintretender Umſtände ganz unmöglich, richtige Reſultate zu erwarten, und Lichtenberg [p]) ſagt, daß es uns nicht ſowohl an Schriften über das Eudiometer und an Eudiometern fehle, als an einer eigentlichen Eudiometrie. Wegen dieſer Irrthümer, welche durch Anwendung des Salpetergas ſo leicht vorfallen können, hat man andere Einrichtungen von Eudiometern angegeben, welche aber auf ganz andern Gründen beruhen.

Scheele [q]) nimmt ein Gemenge aus 1 Theile fein gepulverten Schwefel mit 2 Theilen ungeroſteten Eiſenfeil, welches mit Waſſer befeuchtet, und in einem verſtopften Glaſe ſchon eine Zeitlang aufbewahrt iſt. Beym Verſuche wird dieß Gemiſche in eine Schaale gethan, und auf ein Fußgeſtelle geſetzt, das unter einem mit atmoſphäriſcher Luft gefüllten und mit Waſſer geſperrten Glascylinder ſich befindet. Dieß Gemenge wird ſich bald zu erhitzen anfangen, und die Luft im Glascylinder vermindern; iſt nun das Gemenge in gehöriger Quantität da, ſo wird dadurch alle Lebensluft, welche in der atmoſphäriſchen Luft enthalten iſt, zerſetzt, und der Ueberreſt iſt Stickgas. Hat man alſo vorher die Luft im Cylinder gehörig abgemeſ-

p) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre. 6te Aufl. S. 212.

q) *Rozier* journal de phyſique. Janv. 1781. deutſch in Leonhardt Ueberſetzung von Scheele's chemiſch. Abhandl. von Luft und Feuer. Leipz. 1782. S. 269.

gemeſſen, ſo gibt auch der übrigbleibende Theil des Stickgas an, wie viel die ihm beygemiſcht geweſene Lebensluft betrug. Allein auch bey dieſer Methode bleibt noch ſehr viel Unſicheres übrig, indem ſich entzündbares Gas aus dem verwitternden Gemenge entbinden kann.

Herr D. Ackermann [r]) that den Vorſchlag, die Salubrität der atmoſphäriſchen Luft durch das ſtärkere oder ſchwächere Verbrennen des Weingeiſtes innerhalb einer gegebenen Zeit zu finden. Um die Menge des verbrennenden Weingeiſtes zu erforſchen, gebraucht er eine ſehr empfindliche Wage mit einem Gradbogen, auf welche er das Gefäß mit dem Weingeiſte vor dem Verſuche ins Gleichgewicht bringt. Ackermann hat zwar hierüber ſelbſt keine Verſuche angeſtellt; allein Scherer [s]) führt verſchiedene an, welche aber alle unter gleichen Umſtänden ganz verſchieden von einander ausgefallen ſind. Daraus ſchließt Scherer, daß in Rückſicht des Weingeiſtes, des veränderlichen Drucks und der Temperatur der Atmoſphäre, imgleichen ihrer feuchten und trockenen Beſchaffenheit, ſo viele Schwierigkeiten bey dieſer Methode eintreten, daß man ſich nicht ſicher werde darauf verlaſſen können.

Auch hat man ſich des Verbrennens des Phosphors zu dem Zwecke, die Quantität der Lebensluft in einem beſtimmten Raume von atmoſphäriſcher Luft zu fin-

r) Verſuch über die Prüfung der Luftgüte. Leipz. 1791. 8.

s) Bemerkungen über die Prüfung der Luftgüte mittelſt des brennenden Weingeiſtes, in den Sammlungen phyſikaliſcher Aufſätze von einer Geſellſchaft böhmiſcher Naturforſcher. Herausgegeben von D. Joh. Mayer. B. II. Dresd. 1792. 8. N. 16.

finden, bedient. Hierauf hat Seguin [t]) in Verbindung mit Lavoiſier ein Eudiometer von dieſer Einrichtung gegründet: es wird eine Röhre von Kryſtallglas, von 7 bis 8 Zoll Höhe und etwa 1 Zoll im Durchmeſſer, am obern Ende verſchloſſen, hierauf mit Queckſilber gefüllt, und in ein Gefäß mit Queckſilber geſtellt. Durch daſſelbe läßt man ein kleines Stück Phosphor, welches ſpecifiſch leichter als Queckſilber iſt, hinauftreten, und welches mittelſt einer glühenden Kohle, die man von außen an die gläſerne Röhre, ohne ſie zu berühren, bringt, geſchmolzen wird. Alsdann läßt man kleine Theile von der zu prüfenden Luft, die man vorher in einem graduirten Glaſe ſorgfältig gemeſſen hat, in der Glasröhre in die Höhe ſteigen. Wenn nun genug Phosphor vorhanden iſt, ſo wird die zu prüfende Luft gänzlich zerſetzt; den rückſtändigen Theil der Luft bringt man in ein kleines graduirtes Glas zur Meſſung; der Unterſchied des Volumens vor und nach dem Verſuche wird alsdann die Quantität von Lebensluft anzeigen, welche die beſtimmte Quantität atmoſphäriſcher Luft enthielt.

Giobert [u]) hat ebenfalls ein Eudiometer mit Phosphor beſchrieben, das er zur Unterſuchung der Luft in den Bädern zu Vaudier und in Turin gebrauchte. Der rückſtändige Theil der Luft nach der Verbrennung des Phosphors beſtand aus Stickgas und etwas kohlengeſäuertem Gas; um nun die Menge des letztern zu entdecken, brachte er den rückſtändigen Theil

t) Annales de chimie. T. IX. à Paris 1791. 8. p. 239. ſq. in Gren's Journal der Phyſik. B. VI. S. 148. f.

u) Des eaux ſulphureuſes et thermales de Vaudier. Turin 1793. 8. p. 64.

Theil in Berührung mit Kalkwaſſer, und bemerkte die Verminderung deſſelben. Auf dieſe Weiſe fand Giobert das Verhältniß der Lebensluſt, des Stickgas und des kohlengeſäuerten Gas zu Turin wie 27, 71, 2, im Bade zu Vaudier wie 25, 72, 3, in einem Käſegewölbe wie 24, 70, 6.

Auch Herr Reboul x) gründet ein Eudiometer auf das Verbrennen des Phosphors, indem er eine ſtarke Verwandtſchaft zur Baſis der Lebensluſt habe, ſein Verbrennen leicht von ſtatten gehe, und dabey doch kein luftförmiges Produkt liefere. Die Einrichtung des Eudiometers iſt folgende: an das Ende einer gehörig calibrirten Glasröhre, deren Durchmeſſer im Lichten wenigſtens $2\frac{1}{2}$ bis 3 Linien, und welche etwa 5 bis 6 Zoll lang iſt, läßt man eine Kugel blaſen, deren Inhalt etwas größer als 2 mal, und etwas kleiner als 3 mal der Inhalt der Röhre iſt. Den ganzen Inhalt dieſes Inſtruments theilt man in 4 gleiche Theile ein, mißt alsdann die Länge des Theils an der Röhre, welcher den 4ten Theil des ganzen Inhalts begreift, und verzeichnet eine Skale, welche dieſen Raum in 25 Theile theilt. Jeder dieſer Grade iſt folglich $\frac{1}{25}$ des 4ten Theils des Inhalts des Inſtruments, und alſo $\frac{1}{100}$ des ganzen Inhalts. Sollte die Graduirung 1000 Theile zeigen, ſo kann man den ganzen Inhalt des Inſtruments in 5 gleiche Theile theilen, und das eine Fünftel wieder in 100 Grade, wo denn ein jeder Grad $\frac{1}{500} = 0{,}002$ vorſtellen wird. Die auf Papier gezeichnete Skale klebt man ganz genau mit etwas arabiſchem Gummi auf das Glas; ſie muß

x) Deſcription d'un Eudiomètre atmoſphèrique in den annales de chemie. T. XIII. p. 38. ſq. in Gren's neuem Journal der Phyſik. B. I. S. 374. f.

muß ſich über 25 Grade erſtrecken, braucht aber nicht über 30 Grade des ganzen Inhalts zu gehen. In dieſen kleinen graduirten Kolben muß man nun eine beſtimmte Menge Luft mit einem Stückchen Phosphor hermetiſch verſchließen und darin verbrennen können, ohne daß die mindeſte Luft während des Verbrennens verloren gehen, oder nach dem Verbrennen von außen hineintreten könne. Zu dieſem Zwecke iſt an das Ende des Halſes dieſes Kölbchens eine eiſerne cylindriſche Röhre, welche etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll lang iſt, angekittet. An dem einen Ende iſt ſie mit einer Mutterſchraube verſehen, deren Schraubengang wenigſtens $\frac{1}{4}$ Linie tief iſt, und ſie erſtreckt ſich etwa 3 Linien herab. Dieſe Oeffnung wird vermittelſt einer ſehr kurzen Schraube verſchloſſen, deren Kopf viereckig und noch mit einigen Scheiben von Leder bedeckt iſt. Nach Gren's Bemerkung iſt es zur Genauigkeit des Werkzeuges nöthig, den Inhalt der eiſernen Röhre, wenn ſie durch die Schraube verſchloſſen iſt, mit in Anſchlag auf die Skale zu bringen; man müßte denn den Inbegriff des zum Verbrennen angewandten Phosphors dafür annehmen können. Um die Quantität der Lebensluft zu beſtimmen, die in jedem Verſuche verſchluckt wird, fehlt weiter nichts, als das Eudiometer zu öffnen, während ſeine Mündung in irgend einer Flüſſigkeit ſteht, die in den Hals aufſteigen und den Raum der vom Phosphor verſchluckten Luft erſetzen könne. Reboul zieht jeder andern Flüſſigkeit das Queckſilber vor, und bedient ſich eines cylindriſchen Gefäßes oder Etui's von dichtem Holze, das bis zu einer Tiefe von etwa 5 Zoll eine viereckte Höhlung hat, worin der viereckte Kopf der Schraube ohne merkliches Reiben gut paßt. Dieſe viereckte Höhlung wird beynahe ganz mit Queckſilber angefüllt, und

darauf

darauf das Ende des Eudiometers hineingeſtellt, nachdem das Verbrennen völlig vorüber, und alles wieder abgekühlt iſt. Das Queckſilber tritt nun ſogleich in der Röhre in die Höhe. Man muß dann das Eudiometer in das Queckſilbergefäß tiefer eintauchen, und Sorge tragen, daß die Flüſſigkeit in der Röhre in einerley wagrechten Ebene ſtehe. Die Skale zeigt nun zugleich die Menge der verſchluckten Lebensluft an, indem dieſe Menge genau durch das Volumen des Queckſilbers, das in den Kolben getreten iſt, angegeben wird. Zuletzt führt Reboul an, daß er dieſes Inſtrument in ſeiner Conſtruktion noch einfacher, und zur Unterſuchung aller luftförmigen Flüſſigkeiten, welche einen Antheil von Lebensluft enthalten, anwendbar zu machen geſucht habe. Man blaſe nämlich eine Kugel an eine ganz kurze, aber weitere Glasröhre, laſſe die Skale ganz weg, und erforſche die Quantität der zerſetzten Lebensluft durch das Abwiegen des in das Eudiometer getretenen Queckſilbers.

Auch Gren empfahl das allmählige und langſame Verbrennen des Phosphors, oder ſein Zerfließen in atmoſphäriſcher Luft, als das vollkommenſte eudiometriſche Mittel, auch den kleinſten Reſt des darin befindlichen Sauerſtoffgas zu zerſetzen. Nach ſeinem Vorſchlage läßt ſich das Eudiometer damit auf folgende Art vorrichten. Man nimmt eine genaue cylindriſche Glasröhre, die an dem einen Ende geſchloſſen, und von dieſem Ende an durch eine Skale in hinlänglich gleiche Theile ihres Inhalts abgetheilt iſt, füllt ſie mit deſtillirtem oder Regenwaſſer voll, läßt in einer Wanne mit Waſſer eine Quantität der zu prüfenden Luft hinauftreten, und bemerkt die Menge dieſer Luft bey beſtimmtem Barometer- und

Thermometerſtande. Dann ſteckt man einige Nadeln durch einen Korkſtöpſel, der einen kleinern Durchmeſſer hat, als die Röhre, befeſtigt auf den hervorragenden Nadelſpitzen reinen und klaren Phosphor, und bringt unten an den Kork einen Zwirnsfaden an. Dieſen Kork bringt man unter die Mündung des Glascylinders, wo er dann im Waſſer deſſelben aufſteigt, und der Phosphor auf demſelben mit der Luft des Cylinders in Berührung kommt; den ganzen Apparat aber in ein ſchickliches Gefäß mit Waſſer, worin er ſtehen bleibt. Der Phosphor zerfließt nun allmählig unter Leuchten; und man kann von Zeit zu Zeit vermittelſt des Fadens den Kork unter das Waſſer ziehen, um die dem Phosphor anhängende Säure abzuſpühlen, und ihn ſo wieder deſto wirkſamer zu machen. Wenn endlich alles Sauerſtoffgas verzehrt, und an dem noch rückſtändigen Phosphor kein Leuchten weiter im Dunkeln wahrzunehmen iſt, dann zieht man den Kork heraus, und beobachtet bey correſpondirendem Barometerdrucke und Wärmegrade die Menge des rückſtändigen Stickgas und des verzehrten Sauerſtoffgas.

Herr Guyton Morveau [y]) hat ein neueres Eudiometer angegeben, welches ſich auf die Eigenſchaften des Schwefelgewächsalkali (ſulfure de potaſſe) gründet. Dieſe Materie ſchien ihm ein richtigeres Reſultat zu geben, als das Salpetergas, Waſſerſtoffgas, der Phosphor, oder das Gemenge von Schwefel und Eiſen, welche Materien zu dieſem Zwecke bisher allein wären vorgeſchlagen worden. Die Einrichtung dieſes Eudiometers iſt folgende: man nimmt eine kleine gläſerne Retorte (fig. 29.) ab, welche etwa 12 bis 15 Centimetres faßt, und ſieht dahin, daß ſie gehörig

y) Gren's neues Journal der Phyſik. B. III. S. 318.

gehörig gekrümmt ſey, damit, wenn der Hals vertikal ſtehet, die Höhlung des untern Theils des Bauchs die daſelbſt liegenden Materien gehörig zurückhalte. Das Ende b des Halſes dieſer Retorte muß matt geſchliffen ſeyn, um in eine gläſerne Röhre cd von 20 bis 25 Centimetres Länge genau und luftdicht einzupaſſen. Auch braucht man ein cylindriſches Gefäß, worin man die Glasröhre ganz untertauchen kann. Hierauf verfertigt man ſich Schwefelgewächsalkali (Schwefelleber aus Gewächsalkali), welches man in gehörig kleine Stücke zerbricht, damit ſie in die Retorte gebracht werden können. Will man nun mit einer luftförmigen Flüſſigkeit Verſuche machen, um die darin befindliche reſpirable Luft abzuſcheiden und zu ſchätzen, ſo bringt man zwey oder drey Stücke Schwefelleber von der Größe einer Erbſe in die Retorte, füllt ſie mit Waſſer voll, wobey man durch gehörige Neigung derſelben alle Luft aus dem Bauche derſelben wegſchaft, hält ihre Mündung mit dem Finger zu, und bringt ſie dann auf das Geſimſe der pnevmatiſchen Wanne, um nach der gewöhnlichen Art das zu prüfende Gas hinaufzulaſſen. Wenn man hierbey die Retorte wiederum gehörig und wechſelſeitig nach verſchiedenen Richtungen neigt, ſo gelangt man leicht dahin, alles Waſſer aus derſelben zu ſchaffen, ſo daß bloß die Schwefelleber in dem Bauche bleibt. Iſt dieß geſchehen, ſo hält man den Retortenhals vertikal, ſetzt ſein geſchmirgeltes Ende in die Glasröhre, die man unter der Waſſerfläche hält, und nähert eine brennende Kerze der untern Fläche des Bauchs der Retorte. Der erſte Eindruck der Hitze dilatirt das Gas, ſo daß es in die Röhre cd hinabſteigt, die eben darum da iſt, um es aufzunehmen, und zu verhindern, daß nicht ein Theil davon verloren gehe,

welches ſonſt nicht verſtatten würde, die Verminderung des Gas mit Genauigkeit zu beſtimmen. Sobald aber die Schwefelleber anfängt aufzuwallen, ſo ſteigt das Waſſer wieder mit Schnelligkeit in die Höhe, und zwar nicht bloß in der untern Röhre, ſondern auch bis in den Hals der Retorte, ungeachtet der noch fortdauernden Anbringung oder Vermehrung der Wärme von außen; und wenn die Retorte Lebensluft enthält, ſo iſt die Abſorption total. Wenn es atmoſphäriſche Luft iſt, ſo mißt man nach dem Erkalten die Quantität Waſſer, welches in die Retorte getreten iſt, welche genau die Quantität des abſorbirenden Gas angibt. Man muß aber nicht unterlaſſen, das Rückſtändige bey demſelben Drucke zu ſperren, dadurch, daß man die Retorte bis zum Anfang des Gas eintaucht, ehe man die Oeffnung verſtopft. Die Operation des Meſſens, welche mit graduirten Meſſinggefäßen ſehr leicht vollbracht wird, kann auch vermittelſt einer auf Papier geſchriebenen überfirnißten Skale, die längs dem Halſe der Skale aufgeklebt und gehörig durch Ausmeſſung beſtimmt worden iſt, verrichtet werden.

Herr von Arnim[z]) hat auf einige Urſachen des Irrthums bey Verſuchen mit dem Eudiometer aufmerkſam gemacht, auf welche man bisher nicht Rückſicht genommen hatte. Garnerin hatte nämlich von Paris Luft mitgebracht, welche nach des Herrn von Humboldt's Unterſuchung 0,008 bis 0,01 kohlenſaures Gas und 0,259 Sauerſtoffgas enthielt, da er ſonſt den Antheil von Sauerſtoffgas in der atmoſphäriſchen Luft zu Paris = 0,276 fand. Auf dieſen großen

k) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. III. S. 91. f.

großen Unterſchied in Rückſicht des Sauerſtoffgehalts und auf die Menge Kohlenſäure macht Herr von Humboldt beſonders aufmerkſam; allein er vergißt hier, bemerkt Herr von Arnim, wie alle, die ſich bisher mit eudiometriſchen Unterſuchungen beſchäftigten, einen Umſtand von Wichtigkeit, nämlich die Temperaturverſchiedenheit der Luft an dem Orte, wo die Luft eingeſammelt worden, und ihre Expanſionsverſchiedenheit eben daſelbſt. Hierbey erinnert er an die Prieurſchen Verſuche [a]) über die eigenthümliche Ausdehnung der verſchiedenen Gasarten bey gleichen Graden der Wärme, und beſonders an die ausgezeichnet große Ausdehnung des Stickgas. Das Stickgas hat nach dieſen Verſuchen im Verhältniſſe zu der atmoſphäriſchen Luft, die es mit dem Sauerſtoffgas hauptſächlich zuſammenſetzt, eine größere Ausdehnungsfähigkeit durch die Wärme, als dieſes. Im Eudiometer erhalten wir auf verſchiedenen Wegen Stickgas, das Sauerſtoffgas wird zerſetzt; geſchieht daher die Unterſuchung einer Luftart nicht bey derſelben Temperatur, wo ſie eingeſammelt iſt, ſondern in einer wärmern, ſo werden alle Unterſuchungen zu viel Stickgas im Verhältniſſe zum Sauerſtoffgas angeben. Dieſe Bemerkung iſt in mehrerer Rückſicht von Einfluß. Zuerſt für die Eudiometrie ſelbſt, nicht etwa bloß wegen der Garnerinſchen Luftunterſuchung allein, die in der wärmern Pariſer Atmoſphäre vorgenommen wurde, ſondern überhaupt in Rückſicht aller Eudiometer-Verſuche im Winter, die in der warmen Stube angeſtellt werden. Für die Meteorologie überhaupt iſt jene

a) Journal polytechn. C. II. *Prony* architecture hydraulique. Paris 1796. T. II. p. 152.

jene Bemerkung ebenfalls von Einfluß, indem nach derſelben, wenn anderweitige Umſtände es nicht hinderten, durch erhöhete Temperatur der Atmoſphäre ihr Sauerſtoffgehalt vermindert erſcheinen müßte. Dem Meteorologen bleibe daher zu unterſuchen, durch welchen Prozeß in den entgegengeſetzten Fällen das Sauerſtoffgas vermehrt würde. Der Luftdruck käme bey eudiometriſchen Verſuchen, insbeſondere bey ſolchen, wie die Humboldtſchen über eine Luft, in der das Barometer 4 Zoll niedriger als in Paris ſtand, und wegen der ungleichen Zuſammendrückung der Luftarten durch gleiche drückende Laſten, in Betracht. Zwar hätten wir neue Verſuche, welche dieſe Verſchiedenheit bewieſen, ohne Verſuche zu haben, die dieſen Unterſchied beſtimmten; ſo viel ſey aber gewiß, daß, je nachdem das Stickgas, welches im Eudiometer abgeſchieden werde, im Verhältniſſe zu der atmoſphäriſchen Luft eine größere oder geringere Compreſſibilität der Luft habe, durch den größern Luftdruck zu Paris der Sauerſtoffgehalt größer oder geringer angegeben werde. Die Rechnung des Herrn von Humboldt, nach welcher der mittlere Sauerſtoffgehalt der Luft im December viel geringer als im April ſey, widerſpreche der Meynung einiger Phyſiker, die den größern Reiz der Winterluft auf die Lungen vom größern Sauerſtoffgehalte herleiten. Vielleicht, wenn er nicht irre, werde der Fehleranſchlag für die Eudiometer im Winter ihre Meynung wenigſtens in dieſer Rückſicht rechtfertigen. Auch dem Aſtronomen könne jene Bemerkung über Herrn von Humboldt's Unterſuchung nicht gleichgültig ſeyn, da nach Kramp [b]) die

b) Analyſe des réfractions aſtronomiques. Leipz. 1799. p. 29.

die beſte Tafel über die Strahlenbrechung von Bradley mit der Annahme einer beſtändigen ſpecifiſchen Elaſticität der Luft in jeder Höhe am beſten überſtimme, nach der Analyſe des Herrn von Humboldt hingegen dieſe durchaus nicht hätte beſtehen können. Da die Oxykanthrokometrie mit allem Rechte einen Platz in der Eudiometrie behaupte, ſo ſey es wohl nicht am unrechten Orte, auf einen Verſuch aufmerkſam zu machen, wodurch die Vermuthung des Herrn von Humboldt, daß es eine überſaure oder vollkommene Kohlenſäure gebe, geprüft werden könnte. Man wiege nämlich die Menge von Kalkerde, die aus dem Kalkwaſſer durch gleiche Volumina von verſchiedenen Sorten Kohlenſäure niedergeſchlagen wird; denn Säuren, die man auf ein gleiches ſpecifiſches Gewicht gebracht hat, laſſen ſich am beſten durch die Menge des zu ihrer Sättigung nöthigen Stoffs unterſcheiden.

Sollte der Verſuch einen Unterſchied zeigen, ſo wäre das Lichtenbergiſche Verzeichniß der auf Meter oder Meſſer ſich endigenden Nahmen um Einen vermehrt, um einen Kohlenſäure-Güte-Prüfungsmeſſer. Ein nothwendigeres Werkzeug zur Luftprüfung wäre wohl ein Feuchtigkeitsmeſſer der Luft, da die gewöhnlichen Hygrometer, aller von Sauſſüre angewandten Bemühungen ungeachtet, dieß nicht leiſten könnten. Herrn von Humboldt's Vorſchlag, die Flaſchen zu erwärmen und dann ſchnell zu erkälten, leiſte, wenn er nicht irre, nicht viel mehr, da auch aus der kälteſten Luft durch Entbindung der Gasarten, die des Waſſers zu ihrer Darſtellung in tropfbar flüſſiger Geſtalt bedürfen, Waſſer abgeſchieden werde. Dieſe Luftarten werde er aber am tauglichſten zu dieſem Geſchäfte der Waſſerabſcheidung finden; gleiche Volumina

der zu prüfenden Luft in dem mit Queckſilber gefüllten Humboldtſchen Eudiometer vermiſchen, die Vermiſchung bis zu einem beſtimmten Punkte erkälten, und aus der Verminderung des Volumens nach den dazu nöthigen Erfahrungen auf den Waſſergehalt ſchließen.

Herr Mechanikus Klingert [c]) in Breslau hat ein neues Eudiometer angegeben und verfertigt, welches die fig. 30. vorſtellt: a iſt der Waſſerbehälter, der aus Blech verfertigt, und an deſſen obern Theil ein Glas b angekittet iſt. Das eigentliche Eudiometer beſteht aus der Glasröhre c, welche genau calibrirt, und in 100 gleiche Theile getheilt iſt. Sie endigt ſich oben in eine Kugel, welche gerade ſo viel Luft als die Röhre aufnehmen kann, ſo daß der körperliche Inhalt dieſer Kugel 100 ſolcher Theile beträgt, in welche die Röhre eingetheilt iſt. Ein gläſernes Gefäß n, welches bey den Verſuchen mit Waſſer angefüllt und mit einem Korkſtöpſel verſchloſſen iſt, umgibt die Eudiometerkugel. An dem untern Theile der Eudiometerröhre iſt eine kleine gläſerne Glocke d angekittet, unter der ſich ein Luftthermometer e befindet, welches ſowohl die Temperatur des Waſſers, mit welchem man das Gefäß anfüllt, als auch die Zunahme der Temperatur bey der Zerſetzung des Salpetergas und der atmoſphäriſchen Luft anzeigt; denn in der ſenkrecht ſtehenden Röhre des Thermometers befindet ſich eine Queckſilberſäule, deren Steigen und Fallen an der Skale daſelbſt bemerkbar wird. Außerdem dient noch das Barometer zur Verſchließung der Eudiometerröhre c. Die Thermometerröhre iſt nämlich mit ihrem obern Theile in eine blecherne Röhre eingekittet, über der

c) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. V. S. 184. f.

der eine gewundene Feder d angebracht iſt, welche die Thermometerkugel an die Oeffnung der Röhre c andruckt. Soll die Eudiometerröhre geöffnet werden, ſo druckt man mit dem Finger an das Metallblättchen k. Der Halter des Thermometers f iſt an die Faſſung g angelöthet, und die Faſſung an die Eudiometerröhre c angekittet und mit einer Hülſe h verſehen, welche an den Träger des Eudiometers geſteckt, und mittelſt einer meſſingenen Schraube o daran befeſtigt wird. Dieſer Träger l iſt in die Hülſe m befeſtigt, welche an das blecherne Gefäß a angelöthet iſt.

In einer beſondern Flaſche wird das Salpetergas aufbewahrt, an deren Hals ein Waſſerbehälter von Blech angekittet iſt; am Boden dieſes Behälters befindet ſich eine Röhre, durch welche das Waſſer in die Flaſche laufen kann. In einer Glasröhre, welche mit der Flaſche verbunden iſt, iſt ein gläſerner Hahn genau eingerieben; über dieſen Hahn ragt eine Röhre hervor, welche eine gebogene gläſerne Röhre aufnimmt.

Außerdem iſt hiezu noch eine gebogene Glasröhre nöthig, mittelſt deren man die Luft, welche ſich unter der Glocke des Eudiometers befindet, bey jedem Verſuche ausſaugt.

Endlich muß man noch eine eigene Vorrichtung zur Hand haben, mit deren Hülſe man die zu unterſuchende Luft in das Maaß p bringt.

Der Gebrauch dieſes Eudiometers iſt folgender: Nachdem man das Gefäß ab bis zur Hälfte der gläſernen Glocke d mit Waſſer angefüllt hat, wird das Eudiometer vom Träger abgenommen, das Thermometer aber heruntergedrückt, und auf die Seite geſchoben,

ben, damit das Waſſer, welches man in die Glocke gießt, in die Eudiometerröhre laufen kann. Mit demſelben Waſſer füllt man auch den um die Eudiometerkugel befindlichen Behälter n an, um die Ausdehnung der Luft, welche nachher hineinſteigt, zu verhüten, welches erfolgen müßte, ſobald die Temperatur der Zimmerluft oder der atmoſphäriſchen Luft größer iſt, als die des im blechernen Gefäße befindlichen Waſſers. Hat man darauf das Eudiometer an ſeinen Träger wieder feſt angeſchraubt, ſo wird vermittelſt der gebogenen Glasröhre die unter der Glocke d befindliche Luft ausgeſogen, da denn das ganze Eudiometer mit Waſſer gefüllt, und ſogleich zur Unterſuchung einer Luftart vorbereitet iſt.

Um nun eine Luftart zu prüfen, verfährt man auf folgende Art: Die mit Salpetergas angefüllte Flaſche wird neben das Thermometer ſo hingeſtellt, daß die gebogene Glasröhre der Flaſche mit ihrem ſpitzen Ende genau unter die kleine Oeffnung des Luftmaaßes p paßt. Nachdem man den gläſernen Hahn der Flaſche umgedreht, das blecherne Gefäß mit Waſſer angefüllt, und die Röhre des Gefäßes geöffnet hat; ſo fließt das Waſſer aus dem Gefäße in die Flaſche, und nöthigt ſogleich das Salpetergas, durch die krumme Glasröhre zu entweichen. Auf ſolche Art ſammelt ſich die entwickelnde Luft im Maaße p. Das zuerſt ſich anſammelnde Gas muß man aus dem Maaße wieder herausgehen laſſen, weil es größtentheils aus derjenigen Luft beſteht, welche bey dem vorhergehenden Verſuche in der krummen Röhre zurückgeblieben war. Das Luftmaaß p iſt an das Metallſtäbchen q befeſtigt, welches in der Mitte eine horizontale Hülſe hat, die auf einen ans Glas gekitteten Stift geſteckt, und ver-

vermittelſt der Schraube r feſtgeſchraubt wird. An dem obern Theile dieſes Stäbchens befindet ſich die Platte s, wo man anfaßt, wenn man das Luftmaaß nebſt ſeiner ganzen Vorrichtung auf eine andere Stelle ſchieben will. Das Luftmaaß p ſelbſt hat nicht nur an dem untern, ſondern auch an dem obern Theile eine Oeffnung, welche letztere ſich genau durch das Glaskegelchen v verſchließen läßt. Dieſes iſt mit dem Stäbchen t verbunden, und kann mittelſt deſſelben in die Höhe und auf die Seite geſchoben werden.

Iſt das Luftmaaß p auf die beſchriebene Art mit Salpetergas angefüllt, ſo ſchiebt man es unter die Glocke d, und hebt den kleinen gläſernen Kegel v in die Höhe, worauf das Gas aus dem Waſſer in die Glocke übergeht. Nachher füllt man das Luftmaaß mit der zu unterſuchenden Luft an. Sobald nun dieſe Luft unter die Glocke kommt, erfolgt eine Zerſetzung, welches man aus der röthlichen Farbe ſchließen kann. Nachdem die weiße Farbe ſich wieder hergeſtellt hat, wird das Thermometer, welches bisher die Eudiometerröhre c verſchloß, weggehoben. Die Luft, als leichterer Körper ſteigt in die Höhe, und das Waſſer fließt herab. Da nun die Eudiometerröhre c in 100 gleiche Theile getheilt iſt, ſo kann man beſtimmt behaupten, daß ſo viele Theile Luft zerſetzt worden ſind, als Theile von der Eudiometerröhre mit Waſſer angefüllt ſind. Um aber einen jeden eudiometriſchen Verſuch ſo viel als möglich fehlerfrey anzuſtellen, muß man jedesmal das Eudiometer abſchrauben, und in das mit Waſſer angefüllte blecherne Gefäß verſenken. Alsdann befindet ſich die Röhre in derſelben Temperatur, als die obere Kugel. Da man nun mit leichter Mühe für eine gleiche Temperatur des Waſſers ſorgen

kann, ſo wird hierdurch das Unrichtige der eudiometriſchen Verſuche vermieden.

Herr Volta gab einen Apparat an, die Luft mittelſt des Waſſerſtoffgas zu prüfen; allein ſein Apparat iſt ſehr zuſammengeſetzt, das Waſſerſtoffgas kann bald mehr bald weniger Kohlenſtoff aufgelößt enthalten, und dadurch das Reſultat beträchtlich variiren. Ueberdieß kennt man zwar das Gewichtsverhältniß des Sauerſtoffs und Waſſerſtoffs zur Erzeugung des Waſſers hinreichend genau, nicht aber das ſpeciſiſche Gewicht dieſer beyden Gasarten. Daher kann dieſe Methode nicht dienen, den Antheil von Sauerſtoffgas in den Luftarten zu beſtimmen.

Herr von Humboldt glaubte, ſchwefelſaures Eiſen habe die Eigenſchaft, das Salpetergas, ohne den dieſem Gas gewöhnlich beygemiſchten Antheil von Stickgas, zu verſchlucken, und ſchlägt es daher als ein Mittel vor, die Reinheit des Salpetergas, deſſen man ſich zu eudiometriſchen Verſuchen bedienen will, zu prüfen. Sein Apparat zum Salpetergas-Eudiometer iſt folgender: die kleine Flaſche ſowohl als die Röhre (fig. 31.) ſind von Horn. Die Höhe von a bis b beträgt etwas über 2 Zoll, bey cd iſt eine Schraube, welche in gh eingeſchraubt werden kann. Die Röhre fe iſt bey f ebenfalls zum Herausziehen, und dann laſſen ſich in den kleinſten pnevmatiſchen Wannen die Verſuche anſtellen.

Berthollet [d]) aber behauptet gegen Herrn von Humboldt, das Salpetergas werde vom ſchwe-

d) Bulletin des ſcienc. pour la societé philomatique. Paris an 8. N. 40. p. 125.

ſchwefelſauren Eiſen nicht bloß verſchluckt, ſondern auch zerſetzt, wobey ſich ein Theil des Sauerſtoffs entbinde und mit dem dem Salpetergas beygemiſchten Stickſtoff vereinige, und ſo ebenfalls verſchluckt werde. Dieſelbe Zerſetzung bewirke auch das Waſſer, das Queckſilber, liquides Kali und liquides Waſſerſtoff-Schwefelalkali, und dieſe Zerſetzung des Salpetergas ſey mehr oder weniger vollſtändig, je nachdem die Flüſſigkeit, welche mit dem Salpetergas in Berührung ſey, mehr oder weniger mit ſalpetriger Säure verwandte Stoffe in ſich enthalte, zu deren Bildung ſie alsdann mitwirken, und mit der ſie ſalpeterſaure Verbindungen eingehen. In der Zerſetzung des Salpetergas durch Waſſer bilde ſich weniger ſalpeterſaures Ammoniak und mehr unvollkommene Salpeterſäure, als Herr von Humboldt geglaubt habe. Denn es bilde ſich ſehr viel mehr Säure, als es im Verhältniſſe des erzeugten Ammoniaks der Fall ſeyn könnte. Auch ſey die Zerſetzung des Salpetergas um ſo ſchwerer, je weiter ſie vorgerückt ſey, und auch je weniger Sauerſtoff das Gas enthalte. Berthollet ſchreibt die Verſchiedenheit, welche ſich im Salpetergas findet, dem verſchiedenen Verhältniſſe zu, worin es Sauerſtoff und Stickſtoff chemiſch mit einander verbunden enthalte, und zweifelt, daß ſie bloß beygemengtem Stickſtoffe zuzuſchreiben ſey.

Es ſey bekannt, daß oxydirte Salpeterſäure, die gar keine Wirkung auf den Stickſtoff äußert, das Salpetergas ſehr leicht verſchlucke. Herr von Humboldt bemerkte nach dieſem Verſchlucken einen Rückſtand, den er dem Stickſtoffe, welcher dem Salpetergas beygemengt geweſen ſey, zuſchreiben zu müſſen glaubte. Dagegen fand Berthollet, als er dieſen

Ver-

Verſuch mit Salpetergas wiederholte, das mit Sorgfalt bereitet war, nur einen ganz unbedeutenden Rückſtand, der nicht mehr in Anſchlag kommen konnte.

Zuletzt legt Berthollet dem Schwefelalkali und dem Phosphor die Eigenſchaft bey, aus der atmoſphäriſchen Luft allen Sauerſtoff zu ſcheiden; eine Eigenſchaft, welche von Humboldt ihnen aus dem Grunde ſtreitig gemacht hatte, weil er immer noch in der von ihm zerſetzten atmoſphäriſchen Luft durch Salpetergas einen Rückſtand von Sauerſtoff gefunden habe. Berthollet hingegen behauptet gerade das Gegentheil. Der Rückſtand der durch Phosphor zerſetzten atmoſphäriſchen Luft verminderte ſich mit Salpetergas nur ſehr wenig, und dieſe Verminderung ſchreibt Berthollet einem durch das Salpetergas bewirkten Verſchlucken des im Stickgas aufgelöſten Phosphors zu.

Uebrigens ſchlägt Berthollet zur Prüfung des Sauerſtoffgehalts der Luft das langſame Verbrennen des Phosphors vor, als das untrüglichſte Mittel, welches er aus vielen Beobachtungen habe folgern können.

Dagegen zieht Herr von Humboldt [e]) aus ſeinen Verſuchen, welche er in Paris, Baireuth u. ſ. f. mit Phosphor angeſtellt hatte, das Reſultat, daß, wenn man atmoſphäriſche Luft der Einwirkung des Phosphors ausſetzt, dieſer nur einen Theil ihres Sauer-

e) Mémoir. ſur la combinaiſon ternaire du phosphore, de l'Azote et de l'Oxygene, ou ſur l'exiſtence des phosphores d'azote oxydes. in den Annal. de chimie. T. XXVII. p. 141.

Sauerſtoffs abſorbire; daß Salpetergas aus dem Rückſtande noch 0,02 bis 0,14 Sauerſtoff abſcheide, und was denn noch an 0,27 Sauerſtoffgehalte fehle, Sauerſtoffgas anzeige, das mit Stickgas und Phosphor (denn letzterer ſey in beyden Gasarten auflößlich), ſich zu einem Oxyd mit zweyfacher Baſis, einem Phosphore d'Azote oxydée, verbunden habe, welchen das Salpetergas nur zum Theil zu zerſetzen vermöge; und daß daher der Phosphor, ſowohl beym langſamen als beym ſchnellen Verbrennen, immer eine höchſt unzuverläſſige eudiometriſche Subſtanz ſey.

Gegen dieſe Behauptung bemerkt aber Hr. Parrot f), daß man aus der großen Verſchiedenheit in den Reſultaten, nach welchen der Phosphor bald $\frac{23}{27}$, bald nur $\frac{8}{27}$ des Sauerſtoffgas abſorbirte, und das Salpetergas unter gleichen Umſtänden auf ſo verſchiedene Rückſtände an Sauerſtoffgas deutete, nothwendig auf weſentliche Fehler in den Humboldtſchen Verſuchen ſchließen müſſe, vor welchen der geübteſte Phyſiker nicht geſichert iſt, wenn er einen neuen Gegenſtand bearbeitet, und daß dieſe Verſuche durchaus unzureichend ſeyen, um eine Theorie über den Phosphor und ſeine Verwandtſchaft zum Sauerſtoffgas zu begründen. Da die Abſorption in ihnen bis 10 Tage lang dauerte, ſo kann der Phosphor nur $\frac{1}{250}$ des Luftvolumens betragen haben; und bey einer ſo geringen Phosphormenge, beſonders wenn ſie tief liegt, muß die Luft beträchtlich bewegt werden, wenn die Abſorption vollkommen ſeyn ſoll. Die mit Phosphor nicht geſättigte und die überſättigte Luftportion miſchten ſich bey der Behand-

f) Ueber die eudiometriſchen Eigenſchaften des Phosphors ꝛc. in Voigt's Magazin. Th. II. S. 154. f.

handlung des Rückſtandes mit Salpetergas, und ſo entſtand noch eine Abſorption, die dem Phosphor zukam, und fälſchlich dem Salpetergas zugeſchrieben wurde. Ueberdieß iſt wahrſcheinlich bey jeder Abſorption gar oft, dem Experimentator unbewußt, neue Luft hineingetreten. (Durch reine Kalkerde Sauerſtoffgas aus der atmoſphäriſchen Luft abzuſcheiden, gelang auch Hrn. Parrot nicht).

Nach Parrot's Verſuchen iſt folgendes das Verhalten des Phosphors in atmoſphäriſcher Luft, die mit Queckſilber in eine Flaſche geſperrt iſt, bey + 12 bis 15° Reaum. Wärme. Der Phosphor überzieht ſich mit einem weißlichen Dunſte, der ſich ſogleich häufig zu Boden ſenkt. Nach und nach erhebt ſich ein Theil deſſelben und erfüllt die ganze Flaſche. Iſt der Phosphor vorzüglich gut, ſo ſtrömt der Dunſt zuweilen in kleinen kugelförmigen Blaſen mit Gewalt von der Stange, wie die größern Rauchbälle, welche geſchickte Tabaksraucher aus ihrer Pfeife heraus zu ſtoßen wiſſen. Im Dunkeln leuchtet der Phosphor eine geraume Zeit wie in offener Luft; nach und nach nimmt das Leuchten ab. Während das Sauerſtoffgas zerſetzt wird, ſteigt das Queckſilber herauf, und ſeine Oberfläche überzieht ſich allmählig mit einer Dunſtdecke, welche ſpäterhin zur Phosphorſäure wird. Zu Ende der Abſorption bemerkt man im Dunkeln folgendes: der Phosphor hat einen ziemlich ausgebreiteten Nimbus, wird immer breiter, aber auch ſchwächer, erfüllt einen Augenblick die Flaſche, und verſchwindet. Darauf erhebt ſich ein neues Leuchten aus dem Phosphor, verbreitet ſich und verſchwindet. Dieß geſchieht einige mal, und dann verſchwindet das Leuchten gänzlich. Legt man aber nachher die Hand an

die

die Flaſche, ſo entſteht der Schein wieder an der Seite, wo die Hand aufliegt, dehnt ſich bis zum Phosphor auf, und verſchwindet alsdann. Mit jedem warmen Körper, den man anlegt, kann man dieſe Erſcheinung 5 bis 6 mal wiederholen. Zuletzt wirkt die Entzündung nicht mehr auf den Phosphor, ſondern hält ſich im obern Theile der Flaſche und erlöſcht. Die Vermehrung der Abſorption während dieſer letzten Zuckungen iſt nicht merklich. Sowohl der ſchwache Schein, als auch das unmerkliche Steigen des Queckſilbers zeigen, daß die Menge des noch vorhandenen Sauerſtoffgas bey dieſen letzten Zuckungen nur äußerſt gering ſeyn kann, und die oft wiederholte Entzündung der Phosphorſtange zeigt, daß ſie immer noch fähig iſt, das Sauerſtoffgas zu zerſetzen; dieß macht die entgegengeſetzte Meynung wenigſtens problematiſch.

Als die Flaſche mit Waſſer geſperrt war, und nach vollendeter Abſorption in das um 6 bis 8° kältere Sperrwaſſer eingetaucht wurde, entſtanden die ſtärkſten Phosphoränderungen, die im ganzen Raume wie eine Feuerfluth umherſtrömten. Bald darauf nahm die Stange ſelbſt am Leuchten Theil, und zwar faſt ſo ſtark als in atmoſphäriſcher Luft. Nach und nach nahm die Erſcheinung ab, und verſchwand endlich, um bald wieder zu erſcheinen, wie beym vorhergehenden Verſuche. Die Wiedererſcheinung des Leuchtens fing beym Phosphor an. Legte Parrot nachher die Hand an das Gefäß, ſo entſtand es wieder, aber auf der entgegengeſetzten Seite. Als Licht hervorgebracht wurde, fand er feine Waſſertropfen in Menge an den Wänden des Gefäßes. Hier wirkten zwey Urſachen: die Erkältung, und die eingedrungene Luft aus dem Waſſer. Gleich beym Untertauchen erkälteten die Wände

der Flaſche. Dadurch entſtand ein Niederſchlag des in der Luft in Menge aufgelößten Waſſers, und alſo auch freye Wärme, welche die Temperatur der in der Luft ſchwebenden unvollkommenen Phosphorſäure erhöhete und ihre Verwandtſchaft mit dem Phosphor vergrößerte. Das Phänomen, welches ſich bey Auflegung der flachen Hand zeigte, beſtätigte noch dieſe Erklärung.

Schon dieſe Erſcheinungen flößten Parrot ein Mißtrauen gegen die abnehmende Abſorptionsfähigkeit des Phosphors ein. Noch mehr zeigte ſich die Unrichtigkeit dieſes Satzes, da Parrot in eine Flaſche eine neue, geſchabte Phosphorſtange neben der ältern, die ſchon lange geleuchtet hatte, hineinbrachte. Die alte leuchtete ſelbſt ſtärker, als die neu geſchabte. Ueberhaupt zeigte dieſer Verſuch, daß man ſich nie ſchmeicheln dürfe, vollkommen reine Luftarten zu haben, ſobald ſie mit Queckſilber manipulirt worden, woraus ſich vieles bey den Göttlingſchen Verſuchen erkläre. Iſt der Luftdruck von innen geringer als von außen, ſo ſteigen aus dem Queckſilber Luftblaſen in die Flaſche, wie ſich das im Dunkeln am Leuchten des Phosphors und bey Tage an übergegoſſenem Waſſer zeigt.

Ueberdieß zeigte Parrot noch durch einen Verſuch mit Gewißheit, daß der Phosphor, ohne gewaſchen und geſchabt zu werden, ſeine Eigenſchaft, den Sauerſtoff aus der atmoſphäriſchen Luft zu ſcheiden, nicht verliert, ſondern daß daſſelbe Stück beſtändig abſorbirt, ſo lange Phosphor überhaupt abſorbiren kann.

Was nun die neue Einrichtung des Parrotſchen Oxygenometers oder neuen Phosphoreudiometers

meters

meters betrifft, deſſen Gebrauch er ſpäterhin noch verbeſſert hat, ſo beſteht ſie im Weſentlichen in folgendem: Die Abſorptionsröhre (fig. 32.) AB hat oben eine Erweiterung AC, worin beym Verſuche eine Phosphorſtange, dicker als der untere möglichſt gleichförmige Theil CB der Glasröhre, hineingelegt wird, um nicht in dieſe hinabzufallen. (In Parrot's Normaleudiometer ſcheint ſie 30 Zoll, in dem kleinern nur halb ſo lang zu ſeyn). Um die Röhre zu graduiren, verſchließt man ſie bey B mit einer Blaſe, die man abtrocknen läßt, und ſo gut an ſie befeſtigt, daß ſie nicht losläßt, wenn die Röhre mit Queckſilber gefüllt iſt. Nachdem die Röhre erſt leer, dann mit Queckſilber bis aa gefüllt gewogen worden, und man von dieſem Raume das Volumen des Phosphors, den man brauchen will, abgezogen hat (Parrot empfiehlt, um unter ſich harmonirende Eudiometer zu erhalten, ſtets ein Phosphorvolumen von $\frac{1}{11}$ des ganzen Volumens der Röhre, mithin von $\frac{1}{10}$ des ganzen Abſorptionsraums zu nehmen, und darnach die Skale ein für allemal einzurichten): ſo erhält man den reinen Abſorptionsraum in Granen Queckſilber. Darauf wiegt man von B an die Eintheilung der Skale etwa von 0,03 zu 0,03, oder von 0,05 zu 0,05 ab, ſo weit als die Skale gehen ſoll (gewöhnlich bis 0,35 oder 0,4 des reinen Abſorptionsraums), und zeichnet die Höhen auf das Glas. Iſt die Röhre nicht allzuungleich, ſo laſſen ſich dieſe Theile dann mit dem Zirkel weiter eintheilen, und ſo die Skale abreißen. (Auf Parrot's größerm Eudiometer iſt ſie in tauſend Theilchen, jedes noch $\frac{1}{14}$ rheinl. Zoll lang, und auf dem kleinern in hundert Theilchen, jedes $\frac{1}{4}$ Zoll lang, und in Viertel derſelben eingetheilt). Auf die Genauigkeit, womit alles dieß gemacht wird,

beruht die Güte des Inſtruments. Man füllt dann alles Queckſilber wieder in die Röhre, und paßt die eiſerne Schraubenmutter A, deren Oeffnung ebenfalls weiter als die Röhre BC seyn muß, ſo tief hinein, daß unter ihr, über dem Queckſilber, nur ein kleines Luftbläschen bleibt. Dieſen ihren Stand bemerkt man, und kittet ſie, nachdem das Queckſilber herausgegoſſen worden, in demſelben feſt, wozu ſich Parrot des in Weingeiſt oder Terpentinöl erweichten, heiß aufgetragenen Siegellacks bedient, wovon er das Ueberflüſſige in der Röhre, dem ſich nicht anders beykommen läßt, mit Kali wegbeizt. Die Schraube D hat einen Anſatz d, welcher mit Fett beſtrichen die Oeffnung völlig luftdicht verſchließt, und ihr Zapfen e muß noch etwas unter der Mutter hervorragen. Man ſchraubt ſie feſt ein, nimmt dann die Blaſe von der Oeffnung B weg, und füllt durch dieſe die Röhre ganz voll Queckſilber. Gehen nun einige Grane weniger als vorher hinein, ſo feilt man vom Zapfen e ſo viel ab, bis endlich die Röhre genau die vorige Queckſilbermenge faßt. Solche Röhren mit aller Sorgfalt auf dieſe Art graduirt gaben über alle Erwartung harmonirende Reſultate. Parrot zeichnet die Röhre auf einen mit Eyweiß an die Röhre angeklebten Papierſtreifen, und überzieht ſie mit einem Weingeiſtfirniß, damit man das Inſtrument waſchen kann. Um die Phosphorſtange zu verhindern, in die Skalenröhre hinabzufallen, erweicht er ſie mit warmem Waſſer, und macht das eine Ende derſelben durch Aufſtoßen etwas dicker.

Eine gewöhnliche unten zugeſchmolzene Glasröhre dient zum Queckſilbergefäße (fig. 33.) cb, worin die Abſorptionsröhre ſteht, und woraus das Queckſilber

bey

bey der Abſorption in ſie hinaufſteigt. (Waſſer hiezu anzuwenden, iſt wegen der Luft und Feuchtigkeit, die aus dem Waſſer in die Abſorptionsröhre tritt, nicht rathſam). Dieſe äußere Röhre muß etwas höher hinaufreichen, als die Skale ſelbſt, und ihr innerer Durchmeſſer den äußern Durchmeſſer der Skalenröhre etwa um 3''' übertreffen, um dem Queckſilber im Zwiſchenraume beyder freyes Spiel zu geſtatten, ohne doch überflüſſig Queckſilber zu erfordern. Ein hangendes, unten mit einem Abſatze verſehenes Bret pq trägt dieſes Gefäß mittelſt zweyer Ringe rr, die mit Charniren verſehen ſind, um die Röhre leicht und ſicher abnehmen zu können.

Beym Gebrauche verfährt man folgender Maaßen:

1. Man beobachtet die Temperatur und den Barometerſtand.

2. Man füllt ein Paar Zoll hoch Queckſilber ins äußere Gefäß, legt die reine Phosphorſtange in die Abſorptionsröhre und verſchließt ſie durch die mit Fett beſtrichene Schraube luftdicht.

3. Man füllt die Abſorptionsröhre mit der zu prüfenden Luft an, und zwar mittelſt Queckſilbers. Iſt es eine beſondere in einer Flaſche aufbewahrte Luftart, ſo muß man ſich des pnevmatiſchen Queckſilberapparats bedienen, oder die Luft in einer langhalſigen Flaſche, welche 4 bis 5 mal ſo viel hält, als das Inſtrument, aufbewahren; dann kann man die Füllung bloß mittelſt einer geſchickten Umkehrung der Abſorptionsröhre und Einſetzung derſelben in die Flaſche bewerkſtelligen. Dieſe Füllungsmethode iſt genau genug, und für diejenigen, welche ſonſt keinen Apparat und wenig Queckſilber haben, ſehr bequem.

4. Die mit Luft gefüllte Flaſche verſenkt man ſchnell in das äußere Gefäß, und läßt ſie ſtehen bis zu Ende der Abſorption.

5. Man muß von Zeit zu Zeit das äußere Gefäß nachfüllen, damit das Queckſilber in der Skalenröhre nie höher ſtehe, als im Gefäß, weil ſich ſonſt Luft aus dem Queckſilber entwickelt. Schwimmt das Inſtrument, und ſteigt das Queckſilber doch höher in der Röhre als im Gefäße, ſo muß ein kleines Gewicht an die Schraube gehängt werden. Beym Beobachten muß das Queckſilber in der Röhre und im Gefäße vollkommen gleich hoch ſeyn.

6. Wenn der Phosphor zu leuchten aufhört, iſt es gut, auch bey kleinen Inſtrumenten, die Abſorptionsröhre auf und ab zu reiben, damit Bewegung in der reinen Luft entſtehe, weil der aufgelöſte Phosphor, ob er ſich gleich bis aufs Queckſilber in der Röhre herunter ſenkt, dennoch nicht ſo vollkommen wirkt, als in der Nähe der Stange.

7. Muß man ſowohl beym Füllen, als beym Beobachten, die Röhre nie mit der bloßen Hand faſſen, auch ſich nicht mit dem Geſichte zu lange und zu ſehr derſelben nähern. Hat nach vielen Beobachtungen die Menge des Phosphors merklich abgenommen, ſo erſetze man den Verluſt durch Vertauſchung der Stange.

8. Bey der entſcheidenden Beobachtung des Eudiometerſtandes muß das Thermometer und Barometer wieder beobachtet werden; und wenn ſich ihr Stand verändert hat, ſo muß die Anzeige des Eudiometers darnach verbeſſert werden. Geſchieht die Abſorption binnen 2 bis 3 Stunden, ſo kann man gewöhnlich

beyde

beyde Correctionen außer Acht laſſen. Im Falle großer Wärmeunterſchiede aber ſucht man lieber die vorige Temperatur wieder herzuſtellen, weil die Unterſuchungen über die Dilatation des Stickgas durch die Wärme noch zu mißlich ſind. Für geringe Temperaturunterſchiede rechnet Parrot, daß für jeden Grad Reaum. ſich das Luftvolumen um 0,0045 bis 0,005 ändert. Bey gewöhnlichen Barometerhöhen und gewöhnlicher atmoſphäriſcher Luft rechnet er ferner für jede Linie Veränderung im Barometerſtande 0,00225 Veränderung im Luftvolumen; doch iſt es auch leicht, ſie jedesmal genauer zu berechnen.

9. Nicht alles Sauerſtoffgas verſchwindet auf dieſem Wege, ſondern 0,075 des abſorbirten bildet mit dem Phosphor eine Art gasförmiger Phosphorſäure. Man addire daher zu der corrigirten Abſorption noch 0,075 derſelben hinzu, ſo hat man die geſammte Abſorption.

10. Die ſo erhaltene Abſorption gibt den Sauerſtoffgehalt der Luft ſammt dem chemiſchen Dunſte. Wegen dieſes iſt 0,02 abzuziehen. Und ſo ergibt ſich endlich der wahre Sauerſtoffgehalt der Luft.

11. Nach geendigten Verſuchen läßt man das Inſtrument unberührt ſtehen. Der Phosphor wird durch die Einwirkung des Stickgas bloß dunkler an Farbe, ohne an ſeiner Güte zu verlieren; er ſcheint vielmehr empfindlicher zu werden, und braucht erſt, wenn er nach vielen Beobachtungen merklich abgenommen hat, mit einer andern Stange vertauſcht zu werden. Parrot wäſcht ihn und die Röhre zwar vor jeder ſorgfältigen Beobachtung, doch nur um dadurch die Abſorption während des Füllens und Einſetzens der

Röhre unmerklich zu machen. Auch hebt er ſeinen geſchabten Phosphor nicht im Waſſer, ſondern in engen verſchloſſenen Röhren auf, worin er ſich vortrefflich erhält, und wodurch das neue Schaben erſpart wird.

Drey auf dieſe Art von Parrot und Sand behandelte und mit gleicher Luft gefüllte Eudiometer gaben eine Abſorption durch Phosphor, das erſte von 0,2225, das andere von 0,222214, das dritte von 0,2225 des reinen Abſorptionsraums; ein anderes mal 2 Eudiometer, das eine eine Abſorption von 0,2015, das andere von 0,20125. Dieſe große Uebereinſtimmung der Verſuche mit 2 und 3 Eudiometern unter ſehr verſchiedenen Umſtänden, beweiſen offenbar nicht nur die Regelmäßigkeit, welche dieſe Inſtrumente in ihren Reſultaten gewähren können: ſondern auch, daß in den Humboldtſchen Phosphorverſuchen durchaus ein oder mehrere Fehler obwalten, und daß ſie daher keinesweges als Beweis gegen die eudiometriſche Vollkommenheit des Phosphors angeführt werden können.

Parrot machte nachher eine ſehr wichtige Correction am Phosphor-Eudiometer [s]). Er hat ſich nämlich öfters aus einer durch Phosphor zerſetzten atmoſphäriſchen Luft Stickgas bereitet. Dabey bemerkte er, daß die durch die Verſchluckung der unvollkommenen Phosphorſäure bewirkte Raumverminderung nicht unbeträchtlich ſey. Er beobachtete die Wirkung ſeiner Eudiometer in dieſer Hinſicht, und fand nicht allein, daß dieſe Säure einen merklichen Raum einnähme, ſondern auch, daß das Gemiſch aus Azote und gasförmi-

s) Voigt's Magazin. B. III. S. 188.

förmiger vollkommener Säure, in Rückſicht auf die Raumveränderung durch die Temperatur, nicht das nämliche Geſetz befolge, als die atmoſphäriſche Luft. Der Phosphorinhalt zweyer Eudiometer verhielt ſich = $\frac{1}{40}$: $\frac{1}{8}$, und er fand, daß 3 bis 4 Grade des 80theiligen Queckſilberthermometers Veränderungen von beynahe 0,01 verurſachten. Dieſem Uebel abzuhelfen, veränderte er die Theilverhältniſſe ſeines Eudiometers, ſo daß ſie beynahe gleichen Phosphorgehalt hatten, und nun war dieſer Fehler unmerklich. Er näherte ſich dem Verhältniſſe von $\frac{1}{10}$, als einem ſehr ſchicklichen. Um alſo harmonirende Eudiometer zu erhalten, muß das Verhältniß des Phosphorvolumens zum reinen Abſorptionsraume ſich wie 1 : 10 verhalten, oder jenes Volumen zum Raume des ganzen Eudiometers = 1 : 11.

Noch einen wichtigen Umſtand hatte Parrot zu berichtigen, nämlich die Beſtimmung des Raums, den die unvollkommene Phosphorſäure im Rückſtande nach der Wirkung des Phosphors einnimmt. Um nun zuvor aus der zu unterſuchenden atmoſphäriſchen Luſt das kohlenſaure Gas möglichſt abzuſcheiden, ließ er dieſe Luft 3 Tage über flüſſigem halbſauren Kali ſtehen, und ſchüttelte ſie damit wiederholt. Dann wurde dieſe Luft im Queckſilberapparate in eine gegen 5‴ weite und 21″ Pariſ. Maaß lange Glasröhre gebracht, darin die Abſorption des Sauerſtoffs und Phosphors veranſtaltet, und als ſie vollendet war, die Röhre in ein hohes Gefäß mit flüſſigem Kali gebracht. Die Höhe, bis zu welcher dieſes ſogleich in der Röhre ſtieg, zeigte die Menge des abſorbirten Sauerſtoffgas. Nach 12 Stunden, wobey die Röhre mit dem Kali 6 bis 7 mal ſanft geſchüttelt ward, da-

mit alle Lufttheilchen mit demſelben in Berührung kamen, als das Kali ſchon lange nicht mehr in der Röhre ſtieg, wurde der Stand deſſelben genau bemerkt. Die wohl getrocknete und gereinigte Röhre wurde darauf in ihrem ganzen Inhalte und in ihrer Capacität bis an den beyden bemerkten Ständen genau mit Queckſilber auf einer Wage, die bey 1 Pfund noch mit $\frac{1}{4}$ Gran Ausſchlag gab, ausgewogen, nachdem alle kleine Luftbläschen an der innern Oberfläche durch Vereinigung zu einer großen Blaſe hinausgeſchaft waren. Die erſten Verſuche mißglückten; folgender gelang mit der äußerſten Genauigkeit, ſo daß dabey höchſtens aus der Schwierigkeit, die bey Eudiometern nach der bisherigen Einrichtung unvermeidlich iſt, den Stand des Kali ganz genau zu bemerken, ein Fehler entſtanden iſt.

An Queckſilber wog	
die ganze Röhre - - -	11705 Gran
der Phosphor, der 91 wog -	670 -
alſo war der reine Abſorptionsraum	11035 -
Luftrückſtand nach der Abſorption durch Phosphor - - - - -	8972 -
alſo war die Abſorption durch Phosphor	2063 -
ganzer Rückſtand nach der Abſorption durch Kali - - - - -	9012 -
alſo war die ganze Abſorption durch Phosphor und Kali - - - -	2103 -
mithin die Abſorption durch Kali allein	40 -

Die Zahlen auf zehntheilige Brüche reducirt, geben

reinen Abſorptionsraum - - -	1,00000
Abſorption durch Phosphor - -	0,18697

Ab-

Abſorption durch Phosphor und Kali	0,19059
Abſorption durch Kali allein - -	0,00362

Nach der Correction dieſer Reſultate für die Veränderungen des Barometer- und Thermometerſtandes fand Parrot

die ſcheinbare Abſorption durch Phosphor	— 0,18697
die gehörige Correctur für 3″ Barometerhöhe - - - - -	+ 0,00690
die gehörige Correctur für 1,3° Thermometer - - - - -	+ 0,00598
die wahre Abſorption durch Phosphor	0,19985
die ſcheinbare Abſorption durch Phosphor und Kali - - -	0,19059
die gehörige Correctur für 6,1″ Barometerhöhe - - - - -	+ 0,01403
die gehörige Correctur für 2°,2 Thermometer - - - - -	+ 0,01012
mithin die wahre Abſorption durch Phosphor und Kali - - -	0,21474
und die wahre Abſorption durch Kali allein	0,01489

Da aber beym Schütteln des Kali etwas von der Flüſſigkeit an den Wänden der Röhre hangen bleiben mußte, ſo ſetzt Parrot die wahre Abſorption durch Kali wenigſtens auf 0,015 des reinen Abſorptionsraums, oder auf $\frac{0,015}{0,2} = 0,075$ des Abſorptionsraums durch Phosphor. Und daraus zieht er die Regel, daß man die Phosphorabſorption, in Theilen des ganzen Abſorptionsraums ausgedruckt, nachdem ſie wegen des Barometer- und Thermometerſtandes verbeſſert worden, noch mit 0,075 multipliciren, und dieſes Produkt zu der gefundenen Abſorption hinzu-

hinzufügen müſſe, um die Summe des wahren Sauerſtoffgehalts der atmoſphäriſchen Luft zu erhalten.

Auch macht Parrot noch einige wichtige Bemerkungen über einige Behauptungen des Hrn. Berthollet, welcher ebenfalls das langſame Verbrennen des Phosphors als ein eudiometriſches Mittel vorgeſchlagen hatte. Parrot [h]) bemerkt gegen Berthollet:

1. Daß das Inſtrument nicht mit Waſſer geſperrt werden müſſe, beſonders wenn es eine weite Skalenröhre beſitzt. Die Ausdünſtung und das Verſchlucken der Luftſäure modificirten gewiß die Reſultate.

2. Verwechſele Berthollet die zweyerley Zuſtände, in welchen ſich Phosphor im Stickgas, nach der Zerſetzung der atmoſphäriſchen Luft, befinde. Parrot's Beobachtungen hierüber ſind folgende:

Das Stickgas iſt fähig, den Phosphor in Dunſt aufzulöſen, nicht in Gas. Dieſer Dunſt ſchlägt ſich, wie jeder phyſiſche Waſſerdunſt, durch Verminderung der Temperatur nieder. Er habe es öfters, beynahe jedesmal, in ſeinen Eudiometern beobachtet. Allgemein genommen ſchlug ſich dieſer Dunſt nach der Zerſetzung der Luft nieder, beſonders bald, wenn die äußere Luft erkaltete. Ein ſolcher Niederſchlag entſtand immer mehr in dem Eudiometer, das eine größere Portion Phosphor nach Verhältniß des Inhalts des Gefäßes enthielt, und wenn die Temperatur überhaupt hoch war. Sein Normaleudiometer, das ehemals etwa an Volumen nur $\frac{1}{40}$ Phosphor enthielt, zeigte oft keinen

h) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. X. S. 204. f.

keinen gelben Niederſchlag; hingegen gab ein weit kleineres, das aber $\frac{1}{6}$ an Phosphor enthielt, jederzeit ſehr vielen gelben Niederſchlag. Dieſer Unterſchied war ſehr auffallend, und Parrot lange unerklärbar. Im kleinern, wo die Zerſetzung gewöhnlich 4 bis 8 mal geſchwinder vor ſich ging, als im großen, mußte die erzeugte Wärme viel größer ſeyn; dadurch verflüchtigte ſich mehr Phosphor, der nach der endlichen Erkältung niederfiel. In einer Flaſche, in welcher er eine Portion etwas ungeſäuerten Phosphors hermetiſch verſchloſſen hatte, geht eine abwechſelnde Sublimirung und Niederſchlagung des Phosphors ſeit 2 Jahren beſtändig vor ſich, ſo daß die Flaſche ſchon über und über mit orangegelbem Niederſchlage rundum beſchlagen iſt. Die eingeſperrte Luftportion, welche anfangs atmoſphäriſche Luft war, beträgt kaum $1\frac{1}{2}$ Cubikzoll, und es haben ſich bereits 5 Gran Phosphor niedergeſchlagen. Dieſer Dunſtzuſtand des Phosphors im Stickgas iſt alſo nicht zweifelhaft, und dieſer Phosphor hat auf deſſen Volumen keinen Einfluß, wenigſtens hat Parrot noch keinen Unterſchied wahrnehmen können, vor und nach dem Niederſchlage, ob er ihn gleich abſichtlich geſucht hat, und an ſeinen großen Eudiometerveränderungen von $\frac{1}{4}$ eines Tauſendtheilchens wahrnehmen kann.

Das Stickgas der zerſetzten atmoſphäriſchen Luft enthalte aber auch noch Phosphor in Gasgeſtalt, aber geſäuert. Der Grund, den er habe, eine gasförmige Säure aus dem Phosphor anzunehmen, ſey der, daß dieſes phosphoriſche Gas ſich mit Alkalien ſehr ſchnell verbinde, wie er es oft bemerkt habe. Darauf gründe er eine Methode, ſehr reines Stickgas aus der Atmoſphäre zu erhalten. Freylich könnte vielleicht ſonſt

ſonſt eine Verbindung des Phosphors mit dem Alkali, eine Art Phosphorleber, entſtehen; allein es ſey ihm keine ſolche Verbindung bekannt, und ſie ſey hier nicht wahrſcheinlich, weil aller Geruch verſchwinde. Die Unterſuchung dieſer Säure werde vielleicht auf die Kenntniß der Natur des Phosphors führen. Er glaube faſt, daß deſſen Beſtandtheile Hydrogen und Kohlenſtoff ſeyen; jenes wahrſcheinlich ſehr ſchwach oxydirt, aber in überwiegender Menge. Wenigſtens ſey die Gegenwart des Kohlenſtoffs bey der Färbung des Phosphors durch den Gebrauch beynahe nicht zu läugnen. Seine Phosphorſtangen ſeyen vom dunkelſten Braun, wenn er ſie 1½ Jahr lang gebraucht habe. Beym Umſchmelzen derſelben, auch wenn er ſie vorher noch ſo rein abwuſch, ſetzte ſich viel von einer orangefarbigen Subſtanz auf dem Boden nieder; und die neue durchſichtigere Stange zeige volle ſchwarze Flecken und dunkele Streifen, welche in der vollkommenen Salzſäure ausgebleicht werden konnten.

Dieſe präſumtive gasförmige Phosphorſäure ſieht Parrot als ein Produkt des Sauerſtoffs an, nicht aber als ein Produkt des Stickſtoffs; daher hat er bey der ſehr genauen Unterſuchung ihrer Quantität in der zerſetzten Luft dieſe Quantität als eine Funktion des Sauerſtoffsgehalts der Luft angeſehen, und dieſe Menge für jedes 0,01 berechnet, welches ihm zur Baſis der Correction der Reſultate des Eudiometers diente. Bey einer Luft, die 0,19985 Sauerſtoff enthielt, fand er die Menge dieſer Gasart = 0,01489; welches für jedes 0,01 Sauerſtoff 0,00075 ausmacht, und mit Berthollet's Angabe von beynahe $\frac{1}{40}$ nicht übereinſtimmt. Seine Luft hatte nach ſeiner eigenen Angabe 0,22 Sauerſtoff, alſo ohne dieſen Zu-

ſatz

ſatz etwas weniger als 0,20, mithin beynahe ſo viel, als die Luft, welche er zu ſeiner Beſtimmung nahm. Der Grund von dieſem Unterſchiede möge von der Feuchtigkeit, vom chemiſchen Dunſte herrühren, auf welchen er bey dieſer Unterſuchung ſorgfältig Rückſicht nahm, Berthollet aber wahrſcheinlich nicht.

4. Auch ſtimmen Parrot's Beobachtungen über die atmoſphäriſche Luft mit Berthollet's nicht überein. Dieſer fand beſtändig gleichen Sauerſtoffgehalt, und zwar nach allen Reduktionen 0,22. In Parrot's ſpätern Verſuchen variirte dieſer Gehalt von 0,207 bis 0,23, die erwähnte Reduktion nicht mitgerechnet. Nach ſeiner Reduktion ſind alſo die Grenzen 0,222525 und 0,24725. Nimmt man Berthollet's Angabe zur Reduktion, ſo ſind dieſe Grenzen 0,232 und 0,255. Für jetzt könne man wohl 0,25 als den größten Sauerſtoffgehalt der atmoſphäriſchen Luft ſetzen. Den Grund, den Berthollet für die Beſtandtheile des Sauerſtoffgehalts angebe, nämlich die Bewegung der Luft, beweiſe allerdings, daß dieſer Gehalt nicht ſehr ſtark variiren könne, ſchließe aber Variationen von 2 bis $2\frac{1}{2}$ p. C. nicht aus, es verſtehe ſich für ſehr entfernte Orte und verſchiedene Zeiten. Ein Wind, der 15 Fuß in einer Sekunde durchlaufe, brauche etwa 5 Tage, um eine Strecke von 18° zu durchſtreichen. Warum ſollte z. B. vor einem Südwinde die Luft in Schottland, Schweden, Norwegen, Rußland nicht an Sauerſtoff ärmer ſeyn, als 5 Tage nach deſſen Entſtehung, wenn z. B. eine üppige Vegetation, von vielem Sonnenſcheine begünſtigt, viel Sauerſtoffgas in Italien, im nördlichen Afrika, in Griechenland entwickelt habe? Warum ſollte ein Oſtwind, der über Aſiens Vegeta-

tion

tion herkäme, nicht Europa mit mehr Sauerſtoff verſehen, als der Weſtwind, der über das atlantiſche Meer herwehe, wo er keine Sauerſtoffentwickelung antreffe? Und ſey dieſer Unterſchied an Sauerſtoffgehalt jener Winde nicht die Haupturſache ihrer hygrometriſchen Phänomene?

So reichhaltig und ſcharfſinnig Parrot's Unterſuchungen über die Eudiometrie ſind, ſo ſcheinen ſie doch viel durch die Entdeckung der Herren Dalton und Gay-Lüſſac, der durchaus gleichen Expanſibilität aller Gasarten, feuchter wie trockener, durch Wärme, von ihrem Werthe verloren zu haben. Es iſt unläugbar, daß, wenn die verſchiedenen Gasarten eine verſchiedene Ausdehnbarkeit durch Wärme oder eine verſchiedene Compreſſibilität durch Druck hätten, dieſes auf die Reſultate der eudiometriſchen Verſuche, wo ein Gemenge aus Sauerſtoffgas und Stickgas ſtatt findet, einen bedeutenden Einfluß haben würde. Eben hierauf machte Herr von Arnim, wie oben angeführt iſt, aufmerkſam. Allein durch die Bemühungen der Herren Dalton und Gay-Lüſſac ſind die Correctionen, welche von dieſem Umſtande abhängen, unnöthig. Denn wenn auch die unterſuchte Luftportion, da ſie ſich in der Atmoſphäre befand, um volle 40° Reaum. kälter geweſen ſeyn ſollte, als während des Verſuchs, ſo ändert dieß im Reſultate nichts; denn Sauerſtoffgas und Stickgas ſind durch gleiche Grade Wärme gleich expanſibel, und bleiben daher in allen Temperaturen ihrem Volumen nach in gleichem Verhältniſſe. Eben ſo wenig dehnt ſich das Stickgas aus, wenn das Sauerſtoffgas davon getrennt iſt, bleibt es nur in unveränderter Wärme und unter unverändertem Drucke.

Drucke. Denn die Expanſivkraft beyder Gasarten vereint iſt genau der Summe der Expanſivkräfte beyder einzeln genommen gleich, und ihr Volumen iſt ihrer Expanſivkraft verkehrt proportional.

Ein beſtimmtes Volumen atmoſphäriſcher Luft = 1 erleide einen Druck von p Zoll Queckſilberhöhe, und enthalte μ Theile Sauerſtoffgas und ν Theile Stickgas, ſo heißt dieß, es enthalte ſo viel von beyden Gasarten, daß, wenn jede einzeln unter dem ganzen Drucke ſtände, dem beyde zuſammen ausgeſetzt ſind, jenes einen Raum von μ, dieſes von ν Theilen, alſo jenes das Volumen $\frac{\mu}{\mu + \nu}$, dieſes das Volumen $\frac{\nu}{\mu + \nu}$ einnehmen würde. Nun ſind zwar beyde Gasarten durch das ganze Volumen verbreitet, aber nicht jede in der Dichtigkeit, die dem Drucke p entſpricht. Von dieſem Drucke kommt auf das Sauerſtoffgas nach Dalton's Hypotheſe nur der Theil $\frac{\mu}{\mu + \nu} . p$, und auf das Stickgas der Theil $\frac{\nu}{\mu + \nu} . p$, und das Volumen, welches das erſtere, und das, welches das letztere unter gleichem Drucke, z. B. unter dem Drucke p einnehmen würde, ſteht in dem Verhältniſſe jenes Drucks, iſt alſo ungleich, und richtet ſich nach dem Verhältniſſe $\mu : \nu$. Stellen wir im Eudiometer, nachdem das Sauerſtoffgas abſorbirt worden, das Stickgas allein unter dem Drucke p und in veränderter Temperatur dar, ſo nimmt es einen geringern Raum ein, und zwar nur das Volumen $\frac{\nu}{\mu + \nu}$. Eben ſo würde das Sauerſtoffgas allein, unter dem Drucke p

 dar-

dargeſtellt, das Volumen $\frac{\mu}{\mu+\nu}$ einnehmen. Beyde Volumina zuſammen genommen ſind = 1, alſo dem Volumen des Gemenges gleich. Erhält man daher gleich durch das Eudiometer das Stickgas in einer andern Dichtigkeit, als worin es ſich nach Dalton's Hypotheſe in der atmoſphäriſchen Luft befindet, ſo lernt man doch dadurch immer genau den Antheil der atmoſphäriſchen Luft an Stickgas kennen, d. h. wie viel von einem gegebenen Volumen atmoſphäriſcher Luft das Volumen des Stickgas, wenn es unter demſelben Drucke als die Luft ſteht, beträgt. Dieß Volumen vom Ganzen abgezogen gibt genau das Volumen, den das Sauerſtoffgas allein unter dieſem Drucke einnehmen würde, und man hat alſo dadurch das Verhältniß der Volumina beyder Gasarten bey einerley Druck.

Selbſt der Zuſtand der Feuchtigkeit der Luft hat auf dieſe Beſtimmung keinen Einfluß, wenn nur die Temperatur während des Verſuchs unverändert bleibt. Wenn die atmoſphäriſche Luft mit Waſſerdampf von der Expanſivkraſt ϱ gemiſcht wäre, und beyde unter dem Drucke von p Zoll Queckſilberhöhe ſtehen; ſo kommen von dieſem Drucke, nach Dalton's Hypotheſe, auf den Dampf ϱ, auf das Sauerſtoffgas $\frac{\mu}{\mu+\nu}.(p-\varrho)$ und auf das Stickgas $\frac{\nu}{\mu+\nu}$ $(p-\varrho)$ Zoll.

Der Dampf allein könnte unter dem Drucke p nicht beſtehen; er vermindert ihn aber um ϱ, und macht daher, daß die Luft, auf welche nur der Druck $p-\varrho$ kommt, ſich aus dem Volumen 1 zu dem Volumen

lumen $\frac{p}{p+\varrho}$ ausdehnt; und das iſt jetzt der Raum, durch den alle drey elaſtiſche Flüſſigkeiten ausgebreitet ſind. Wird nun das Sauerſtoffgas abſorbirt, ſo kommt der ganze Druck p auf den Dampf und das Stickgas; und zwar auf jenen unveränderlich der Druck ϱ, auf dieſes der Druck $p - \varrho$. Wie ſich daher $p - \varrho : \frac{\nu}{\mu+\nu}(p - \varrho)$ verhält, ſo muß ſich der Raum verhalten, durch den zuvor das Stickgas verbreitet war, zu dem Raume, den es im letztern Falle einnimmt. Dieſer iſt alſo wieder der $\frac{\nu}{\mu+\nu}$te Theil des Raums, den zuvor beyde Gasarten und der Waſſerdampf zugleich einnahmen. Der Antheil von Stickgas ſteht alſo auch in dieſem Falle zu dem Antheile von Sauerſtoffgas genau in dem Verhältniſſe des ſo gefundenen Volumens $\frac{\nu}{\mu+\nu}$ zu dem Reſte des Volumens $1 - \frac{\nu}{\mu+\nu} = \frac{\mu}{\mu+\nu}$; und $\mu:\nu$ iſt das Verhältniß der Volumina beyder Gasarten bey gleichem Drucke. Die abſoluten Räume, welche beyde Gasarten unter dieſen Umſtänden einzeln unter dem Drucke einnehmen, ſind zwar nicht diejenigen, welche ihnen unter dem ganzen Drucke p, ſondern nur diejenigen, welche ihnen unter dem Drucke $p - \varrho$ zukommen; allein dieß hat auf das Verhältniß beyder nicht den geringſten Einfluß. Man braucht daher auf den Rückſtand der Feuchtigkeit der Luft bey eudiometriſchen Verſuchen nicht Rückſicht zu nehmen, wofern man nur darauf ſieht, daß während des Verſuchs Alles bey gleicher Temperatur bleibt.

Da alle dieſe Gründe auch für den Fall gelten, wenn die Gasarten mit tropfbarem Waſſer in Berührung ſind, ſo iſt es nicht nöthig, wie Parrot behauptet, bey eudiometriſchen Verſuchen das Waſſer zu vermeiden, und die Luft mit Queckſilber zu ſperren, wenn nur während der Verſuche die Temperatur des Waſſers und der Luft unverändert bleibt.

Hieraus erhellet alſo, daß die Entdeckung des Hrn. Dalton die Eudiometrie weit mehr vereinfacht habe, als man bisher glaubte.

Ob nun gleich nicht zu läugnen iſt, daß das ſchwache Verbrennen des Phosphors eines der ſchicklichſten Mittel zu eudiometriſchen Prüfungen iſt, ſo bemerkt doch Davy, daß dieſe Operation äußerſt langſam von ſtatten gehe, und in manchen Fällen ſey es ſchwer, den Zeitpunkt zu beſtimmen, wo man den Verſuch als völlig beendigt anſehen könne.

Auch hat Herr Böckmann [i]) der Jüngere einige Bemerkungen gegen Parrot's neuen Luftprüfer gemacht. Was nämlich die Abſorptionsröhre in die andere zum Theil mit Queckſilber angefüllte Röhre betrifft, ſo komme bey ſeinem Verfahren offenbar das zu prüfende Gas, wenn es auch nur auf einige Sekunden ſey, mit der atmoſphäriſchen Luft in Berührung, und nur in dem einzigen Falle habe dieſes keinen Einfluß auf das Reſultat, wenn man gerade die den Sauerſtoffmeſſer umgebende atmoſphäriſche Luft prüfen wollte. Sollte hingegen eine künſtlich angefeuchtete oder getrocknete atmoſphäriſche Luft, oder Stickſtoffgas und Waſſerſtoffgas, beyde von verſchiedenem Gehalte an Sauerſtoffgas u. ſ. w., genau unterſucht, und ſollen

i) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XI. S. 68. f.

ſollen ſie mit einander verglichen werden, ſo könne dieſes bey der vorgeſchriebenen Einrichtung und Behandlung keinesweges mit der erforderlichen Genauigkeit geſchehen. Dergleichen aber kämen bey pnevmatiſchen Arbeiten häufig vor, und der Sauerſtoffmeſſer könne nur dann für zweckmäßig gehalten werden, wenn man dergleichen Unterſuchungen damit vornehmen könne. Er ſehe daher nicht ein, wie Parrot nach ſeinem angegebenen Verfahren, z. B. ein gegebenes Stickſtoffgas, dem etwa ein oder weniger Hunderttheile Sauerſtoffgas beygemiſcht ſeyn könnten, auf den Gehalt an Sauerſtoffgas mit Genauigkeit prüfen wolle, da bey dem Uebertragen der mit jenem gegebenen Gas gefüllten Abſorptionsröhre in die äußere mit Queckſilber zum Theil gefüllte Röhre, geſchähe dieß auch noch ſo geſchwind und behutſam, immer eine Verbindung mit atmoſphäriſcher Luſt ſtatt habe, und daher unrichtige Reſultate erhalten würden. Um, bey ſonſtiger Richtigkeit des Phosphoreudiometers, dieſer Unvollkommenheit abzuhelfen, ſchlägt Herr Böckmann vor, daß man für die äußere hohe Röhre eine niedrigere oder eine Schaale ſubſtituirte, ſo daß man die mit dem zu unterſuchenden Gas gefüllte Abſorptionsröhre von dem Geſimſe der Wanne, immer mit Queckſilber geſperrt, in jenen Behälter bringen könnte; wobey dann die atmoſphäriſche Luſt keinen Zutritt hätte.

Parrot nehme an, daß der Phosphor in einem ſauerſtoffhaltigen Stickſtoffgas über Queckſilber gerade ſo lange fortleuchtet, bis alles Sauerſtoffgas vollſtändig zerlegt ſey. Er ſcheine keine Rückſicht auf die Möglichkeit zu nehmen, daß das dabey entſtehende phosphorſaure Gas, ſo wie mehr oder minder oxy-

 dirte

dirte Phosphortheilchen, fähig ſeyn können, dem fortdauernden Leuchten des Phosphors endlich, auch bey der Gegenwart des Sauerſtoffgas, Schranken zu ſetzen, und daß daher der Phosphor, ſo wie er hier angewandt werde, nicht für eine Subſtanz anzunehmen ſey, welche der atmoſphäriſchen Luft alles Sauerſtoffgas entziehen könne. Er übergehe die desfalſigen intereſſanten Bemerkungen der Herren Göttling und von Humboldt, und beziehe ſich nur auf einige ſeiner Erfahrungen, wodurch es offenbar bewieſen ſey, wie äußerſt nachtheilig unter andern auch phosphorhaltiges Waſſerſtoffgas und Kohlenwaſſerſtoffgas auf das Leuchten des Phosphors in Stickgas oder in atmoſphäriſcher Luft wirkten. Daß dieſe beyden Gasarten bey dem Leuchten des Phosphors entſtehen könnten, werde ſogar nach Parrot's Meynung nicht ganz unwahrſcheinlich; weßhalb denn der Phosphor nicht gerade die ſicherſte Subſtanz zur Sauerſtoffmeſſung ſeyn möchte.

So wenig er die allgemeine Richtigkeit der Verſuche, Reſultate und Meynungen von Humboldt's vertheidigen möchte, ſo möchte er doch dieſem würdigen Gelehrten nicht den Vorwurf machen, daß ſeine Verſuche überhaupt zu flüchtig angeſtellt ſeyen. Am wenigſten ſchienen diejenigen Verſuche dieſen Vorwurf zu verdienen, welche er in der Abhandlung über die dreyfachen Verbindungen des Phosphors, Sauerſtoffs und Stickſtoffs mittheile, da doch von Humboldt keine ſo großen Fehler habe begehen können, als man ihm hier vorzuwerfen ſcheine. Parrot habe zwar bey der Beſchreibung ſeines Sauerſtoffmeſſers ſich bemüht, von Humboldt's und anderer Naturforſcher hieher gehörige Erfahrungen und Einwürfe

würfe zu ſchwächen; allein es ſcheine ihm, als habe er ſeinen Zweck doch noch nicht erreicht. Auch hätten ſolche bis jeẓt um ſo weniger Gewicht, da Parrot, wenigſtens damals, keinen Fontanaſchen Sauerſtoffmeſſer zur Hand gehabt habe, der doch nöthig ſey, um vergleichende Verſuche über dieſen Gegenſtand anzuſtellen.

Wäre ferner Phosphor fähig, der mit Queckſilber geſperrten atmoſphäriſchen Luft alles Sauerſtoffgas zu entziehen, ſo müßten die von ihm angeſtellten Verſuche anders ausgefallen ſeyn. Böckmann ließ nämlich zu Stickgas, das in einer genau graduirten Röhre eines Salpetergas-Sauerſtoffmeſſers mit Queckſilber geſperrt war, und wo ſich in dem Gas ein Stück Phosphor befand, beſtimmte Quantitäten eines ſehr reinen, aus rothem Queckſilberoxyd bereiteten Sauerſtoffgas. Allein er beobachtete niemals, daß durch das Leuchten des Phosphors die Gasſäule gerade um ſo viel vermindert werde, als das zugetragene Sauerſtoffgas betragen hätte. Es blieb einige mal von 80 und 100 Graden 4, 6, und mehr übrig, und bey der Prüfung ſolcher Rückſtände im Salpetergas-Sauerſtoffmeſſer fand er öfters noch einige Grade Verminderung.

Parrot ſey der Meynung, daß der Phosphor durch Temperaturverminderung aus dem Gas, worin er aufgelößt ſey, ſich als ein gelbes Pulver niederſchlage, wie z. B. der Ruß bey der Erkältung. Allein dagegen ſprächen ſeine öfters wiederholten Erfahrungen, nach welchen offenbar das Sonnenlicht hierbey Einfluß habe, und ſolches Pulver ſich weniger, oder gar nicht bey abnehmender, ſondern vorzüglich bey zunehmender und hoher Temperatur an den von der

Sonne

Sonne beſchienenen Stellen anſetze. Nur wenige Fälle kämen ihm vor, wo in Glasröhren, die mit Stickſtoffgas oder Waſſerſtoffgas gefüllt und gehörig verſchloſſen geweſen wären, ſich auch bey einem ſchwachen Tageslichte ein gummiguttgelbes Phosphorpulver abſetzt, welches man für einen durch Kälte bewirkten Niederſchlag hätte halten können. Indeß habe er auch ſeitdem bey einer Temperatur von — 2° Reaum. die Erfahrung gemacht, daß ſich das Phosphorpulver nur da an die Glasröhre anlege, wo das Sonnenlicht hinfalle, ja, daß dieſes auch, wiewohl langſamer, durch ſchwach reflektirtes Sonnenlicht geſchehe. Hätte hierbey das Sonnenlicht keinen Einfluß, ſo müßte ſich der bey einer Temperatur von + 20 bis + 30 Grad Reaum. aufgelößte Phosphor in einer fortdauernden Kälte von wenigſtens — 2° Reaum. allgemein in der Glasröhre abgeſetzt haben; ſo aber blieben hier die Glasflächen unter den mit ſchwarzer Tuſche gezogenen Gürteln völlig rein, während die nicht bedeckten Stellen mit einem dichten, aber ſcharf begrenzten Phosphorpulver belegt wurden.

Die nicht wohl zu läugnende, und von Parrot und Andern auch zugeſtandene Entſtehung eines phosphorſauren Gas möchte indeſſen in Abſicht der Menge nicht immer conſtant ſeyn; ſchon Parrot und Berthollet ſtanden deßwegen mit einander im Widerſpruch. Er glaubte, daß auch bey gleichen Dimenſionen der Abſorptionsröhren, bey gleichen Quantitäten und Oberflächen der angewandten Phosphorſtücke, bey gleichen Zuſtänden des Phosphors in Abſicht ſeiner Oxydation, bey gleicher Elaſticität, Feuchtigkeit und Wärme des zu prüfenden Gas, das phosphorſaure Gas doch nicht immer in gleicher Menge entſtehe,

entſtehe, da der Miſchungszuſtand der zu unterſuchenden atmoſphäriſchen Luft und andere Umſtände Abweichungen veranlaſſen könnten, und überhaupt, wie ſchwer möchte es ſeyn, keine der ſo eben vorausgeſchickten Bedingungen zu vernachläſſigen, oder ſie alle möglich zu machen? Wenn auch dergleichen Abweichungen nur geringe ſeyn ſollten, ſo betrügen ſie doch wenigſtens mehrere Tauſendtheile, wo nicht gar Hunderttheile. Und was helfe uns überhaupt jetzt ein Sauerſtoffmeſſer, der Tauſendtheile unmittelbar angebe, ſo lange wir den wahren Sauerſtoffgehalt der atmoſphäriſchen Luft noch nicht auf Hunderttheile zu beſtimmen wüßten?

Was nun Parrot's neue Verſuche betreffe, auf welche er ſeine Theorie gründe, ſo wären zuerſt die Reſultate desjenigen Verſuchs, wo getrocknete und feuchte atmoſphäriſche Luft der Einwirkung des Phosphors in ſeinen Sauerſtoffmeſſern ausgeſetzt werde, in Abſicht der Abſorption oder Zerlegung des Sauerſtoffgas, wenigſtens ſcheinbar, ungleich geweſen. Parrot ſchreibe dieſes dem aus der feuchten Luft bey dieſem Prozeſſe niedergeſchlagenen Waſſer zu, welches ihr in elaſtiſcher Form beygemiſcht geweſen. Es werde hier aber nicht erwähnt, ob dieſer Verſuch öfters und unter gleichen Umſtänden wiederholt wurde, und ob man dabey immer eine gleiche Differenz zwiſchen den Raumsverminderungen beyder Arten von Luft von 0,02036 gefunden habe. Dieſe Wiederholung wäre um ſo nöthiger geweſen, da Parrot größtentheils auf dieſen Verſuch ſeine weit umfaſſende neue Theorie gegründet habe. Es finde daher immer noch der Zweifel ſtatt, ob nicht jene beobachtete Differenz, in Abſicht ihrer Größe, bloß zufällig geweſen wäre, und alſo die Ver-

gleichung und ſcheinbar nahe Uebereinſtimmung mit de Sauſſüre's bemerkter Volumenszunahme der mit Feuchtigkeit geſättigten Luft um 0,01852 gleichfalls nur zufällig, und nicht conſtant geweſen wäre? Und dann bedürfte alſo auch der Schluß, daß bey der Zerſetzung des Sauerſtoffgas in der atmoſphäriſchen Luft durch Phosphor alle darin enthaltenen wäſſerigen Dünſte niedergeſchlagen werden, ſo wie die übrigen Folgerungen, erſt noch weitere Beſtätigungen, und könnten noch lange nicht als ausgemachte Thatſachen betrachtet werden.

Parrot halte ferner den Dampf, welcher erfolge, wenn man zu Phosphor-Stickſtoffgas feuchte atmoſphäriſche Luft laſſe, für einen Niederſchlag der Feuchtigkeit. Der graue Nebel bey Tage, und das Leuchten des Phosphors bey Nacht, ſeyen nach ihm zwey von einander verſchiedene, aber gleichzeitige Phänomene, wobey jenes Dampfen des Phosphors bloß Dämpfe des niedergeſchlagenen Waſſers ſeyn ſollen. Da aber die Beobachtungen gegen die bisherige allgemeine Meynung aller Naturforſcher ſtritten, ſo bedürften ſie ſchon deshalb eines gründlichen Beweiſes, und daher einer genauen Beſchreibung der Verſuche, wodurch ſich nämlich Parrot von dieſen neuen, ſchwer zu erweiſenden Sätzen überzeugt habe. Bis jetzt könne er mit Parrot nicht wohl übereinſtimmen, da er doch das Leuchten und Dampfen des Phosphors unter mancherley Umſtänden und ſo oft genau beobachtet habe. Er glaube vielmehr immer noch, daß ſich jeden Augenblick vom Phosphor, der ſich z. B. in atmoſphäriſcher Luft befinde, eine ſehr große Menge unendlich kleiner Theilchen loßreiße, daß ein großer Theil derſelben ſich dann durch Zerlegung des ihn umgebenden

Sauerſtoffgas ſogleich in phosphorartige Säure verwandele, und daß dieſe dadurch, und durch die nöthige Anziehung der Feuchtigkeit, um ein Beträchtliches ſpecifiſch ſchwerer, als der ungeſäuerte Phosphor werde, und ſich ſo als ein Dampfſtern gewöhnlich niederwärts ſenke.

Dieſe Einwürfe des Herrn Böckmann hat Parrot [k]) auf folgende Art zu beantworten geſucht. Es ſey zwar allerdings wahr, daß im Augenblicke der Einſenkung die Luft im Inſtrumente mit der Atmoſphäre in Berührung komme; allein welche Fläche ſey es, die dieſe Berührung geſtatte? Die Skalenröhre ſeines größten Inſtruments habe einen Durchmeſſer von 2″ des alten Pariſ. Maaßes, und die Zeit jener Berührung daure gewiß ſelten eine Sekunde; denn bey ſehr genauen Verſuchen verſchließe er die Mündung mit dem Finger, bis ſie über der großen Röhre ſtehe, wo ſie dann in der Berührung mit der Atmoſphäre etwa 4 bis 6 Zoll Weges zu machen habe. Ferner ſolle man an die Langſamkeit denken, mit welcher die chemiſche Veränderung des Waſſergehalts der eingeſchloſſenen Luft in einer ſo engen Röhre, die jede relative Bewegung der Luft unmöglich mache, vorgehe. Von dieſer Langſamkeit gebe der berühmte Verſuch Rumford's über die vermeinte Nichtvermiſchung des Waſſers mit Salzwaſſer einen Begriff; noch mehr aber ein Verſuch, den er ehemals angeſtellt habe, als er noch glaubte, daß die Gegenwart des Waſſers ſtatt des Queckſilbers in ſeinem Oxygenometer den Dunſt beträchtlich vermehren werde, und er dieſen Umſtand als eine vorzügliche Urſache zur Vermeidung des

k) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XIII. S. 174. f.

des Waſſers anſahe. Er füllte zwey ſeiner Inſtrumente mit ziemlich trockener atmoſphäriſcher Luft ohne Phosphor; zugleich ſteckte er in jede Röhre ein bleyernes Cylinderchen von gleicher relativer Länge, nach den Skalen gemeſſen, und ſtürzte dann beyde Inſtrumente, das eine kleinere in Queckſilber, das andere in Waſſer, und zwar ſo, daß die Flüſſigkeiten innerhalb und außerhalb gleich hoch ſtanden, als er die Cylinderchen herausgenommen und Flüſſigkeiten an ihrer Stelle hatte aufſteigen laſſen. So ließ er beyde Inſtrumente 8 Tage lang hangen, und beobachtete ſie während dieſer Zeit täglich zweymal. Es kamen freylich einige Unterſchiede in dieſen Beobachtungen zum Vorſchein, die er aber durchaus nicht der Einwirkung des Waſſers zuſchreiben konnte, wie er es ganz gewiß erwartet hatte, ſondern die er von den unvermeidlichen kleinen Unrichtigkeiten in der Beobachtung und in der ungleichen Schnelligkeit, mit welcher die äußere veränderliche Temperatur die ungleich dicken Glaswände der Eudiometer durchdringe, herleiten mußte. Er könne verſichern, daß der angeführte Fehler nicht 0,00001 betragen könne. Und ſollten ſolche Fehler einen Vorwurf von Unrichtigkeit einem Inſtrumente zuziehen, welches werde dann beſtehen? Welches Inſtrument biete uns das ganze Gebiet der Naturlehre an, das nicht weit gröbere Fehler beſäße?

Hr. Böckmann ſey zwar nicht damit zufrieden, daß der von der Stange getrennte Phosphor ſich aus dem Gas als Phosphorruß niederſchlage; allein Parrot bemerkt, er habe ſchon damals erinnert, daß es nur unter gewiſſen Temperaturen geſchehe, welche, wenn er ſich nicht irre, nicht unter + 14° Reaum. ſeyn müßten. Daß dieſer Niederſchlag wirklich ſtatt finde,

finde, zeigten ſeine meiſten oxygenometriſchen Verſuche, wo er immer in dem Inſtrumente, worin der meiſte Phosphor gelegen, den Niederſchlag beobachtet habe, in den andern aber nur bey den höchſten Temperaturen ſeines Zimmers, etwa 40°. Indeſſen behaupte Böckmann den Niederſchlag ſelbſt, aber auch, daß das freye Sonnenlicht auf ihn Einfluß habe: jedoch gebe er auch zu, daß Fälle ſtatt fänden, wo das Daſeyn dieſes Einfluſſes nicht erforderlich ſey, und daß zuweilen der Niederſchlag beym Tageslichte ſtatt finde. Er habe bloß das Faktum angeführt, ohne des Lichts zu erwähnen, aber mit Erwähnung des Einfluſſes des freyen Wärmeſtoffs. Allein zwey folgende Verſuche ſeyen den Böckmannſchen gerade entgegen. Zweymal nach einander habe er nämlich in der Wärme eine Portion Luft in einer vierkantigen Flaſche, welche etwa 6 Unzen Waſſer halten mochte, zerſetzt; das eine mal war es Tag, aber kein Sonnenſtrahl beleuchtete dieſe Stelle, und das andere mal war es Nacht. In beyden Fällen hatte er die prächtigſten dunkelorangefarbigen ſternartigen Phosphor-Kryſtalliſationen am Glaſe gehabt, und zwar an der dem Ofen entgegengeſetzten Seite am meiſten, an den Nebenſeiten weniger, und an der dem Ofen zugekehrten Seite gar nicht. Uebrigens meint Parrot, daß in den Böckmannſchen Verſuchen der Lichtſtoff nicht einzig thätig war, und auch nicht unmittelbar der Phosphor dieſe Theile raubte; ſondern daß das Gas in ihm, mit Hülfe des freyen Wärmeſtoffs entzogen, ſie in unſichtbarer Form enthalten, und der freye Lichtſtoff bloß ihren Niederſchlag bewirkt habe.

Die Hauptfrage hiebey bleibt aber dieſe: kann die Verbindung des Sauerſtoffgas mit dem Stickgas durch den Phosphor völlig aufgehoben werden? Parrot erklärt

klärt ſich für die Bejahung, und zwar, weil die chemiſche Verbindung beyder Gasarten keine Aenderung in ihrer Form bewirke, da hingegen die Verbindung des Sauerſtoffgas mit Phosphor die größten Grade der Formänderung bewirke: eine Anzeige von weit größerer Verwandtſchaft zwiſchen den beyden letzten, als zwiſchen den beyden erſten Stoffen. Zu dieſer Betrachtung käme noch der Grund, daß ſonſt beträchtliche Temperaturerhöhungen alle Oxydationen beförderten und intenſiver machten. Wenn alſo das Sauerſtoffgas einer zerlegten Portion atmoſphäriſcher Luft nicht völlig durch den leuchtenden Phosphor entzogen worden wäre: ſo müßte eine höhere Temperatur im Prozeſſe angewandt, etwa die Schmelzhitze des Phosphors, mehrere Procente Sauerſtoff abſorbiren. Allein keine Erfahrung ſpreche dafür; vielmehr habe man im Durchſchnitt immer mehr Abſorptionen durch das bloße Leuchten, als durch das Entzünden des Phosphors erhalten.

Das einzige erhebliche, was man bisher gegen die vollkommene Zerſetzung durch Phosphor angeführt habe, ſey, daß das Salpetergas-Eudiometer größere Abſorptionen anzeige. Allein dieſes Inſtrument nehme weder die Zerſetzung des elaſtiſchen Waſſers noch die der Luftſäure in Anſchlag, und dieſer doppelte Umſtand könne eine ſcheinbare Erhöhung der Abſorption, etwa um 0,03, bewirken; anderer Fehler an dieſem Eudiometer nicht zu gedenken. Die genau verfertigten Phosphor-Oxygenometer zeigten aber keine ſolche Irregularitäten.

So ſcharfſinnig dieſe Parrotſche Beantwortung Böckmann'en vorkommt, ſo bemerkt doch letzterer, daß er immer noch nicht Parrot's Meynung beypflichten könne. Er wünſcht vielmehr, daß Parrot mehr auf die Verſuche und Erfahrungen Rückſicht nehmen möge, welche

welche von Clement und Desormes angeſtellt wären, und ganz für ſeine Meynung ſprächen.

Davy [l]) hat vor ein Paar Jahren die Auflöſung von ſalzſaurem oder ſchwefelſaurem Eiſen, mit Salpetergas geſchwängert zu einer eudiometriſchen Subſtanz angewandt, und gefunden, daß ſelbiges in manchen Rückſichten dem Phosphor und der flüſſigen geſchwefelten Potaſche noch vorzuziehen ſey, indem es das Oxygen ſehr ſchnell verdichte, ohne auf das Nitrogen oder den Stickſtoff zu wirken, auch erfordere es zu ſeiner Anwendung bloß eine ganz einfache und leicht fortzubringende Geräthſchaft.

Die Flüſſigkeit wird bereitet, wenn man nitröſes oder ſalpeterhalbſaures Gas durch eine geſättigte Auflöſung von grünem Eiſenvitriol ſtrömen läßt. So wie das Gas verſchluckt wird, bekommt die Auflöſung eine dunkele olivenbraune Farbe, und wenn die Sättigung vollkommen iſt, erſcheint ſie undurchſichtig und beynahe ſchwarz. Wahrſcheinlich, meint Davy, iſt der ganze Prozeß das Werk einer einfachen Wahlanziehung; denn in keinem Falle werde das Gas zerſetzt, und unter dem Recipienten der Luftpumpe nehme es ſeine elaſtiſche Form wieder an, und laſſe die Flüſſigkeit, womit es gemiſcht geweſen, ohne Veränderung ihrer Eigenſchaften zurück.

Die Geräthſchaft, um von dieſer geſchwängerten Flüſſigkeit für die Unterſuchung der atmoſphäriſchen Luft Gebrauch zu machen, beſteht in einer fein graduirten, an einem Ende verſchloſſenen Glasröhre, deren Raum in 100 gleiche Theile getheilt, und die ihre größte Weite am offenen Ende hat. Nächſtdem in einem Gefäße, welches die Flüſſigkeit enthält.

Nach-

l) Voigt's Magazin. B. IV. S. 182. f.

Nachdem die Röhre mit der zu prüfenden Luft gefüllt iſt, wird ſie in die Probeflüſſigkeit geſenkt, und ſanft auf- und niederwärts bewegt, ſo daß ſie abwechſelnd bald in die vertikale bald in die horizontale Lage kommt, um die Wirkſamkeit deſto ſchneller zu befördern. Unter dieſen Umſtänden entſteht eine ſehr ſchnelle Luftverminderung, und die Schwärze der Flüſſigkeit macht es leicht, die Größe der Verſchluckung zu beobachten. Der ganze Verſuch iſt in wenig Minuten vollendet, und das geſammte Oxygen mit dem in der Auflöſung befindlichen nitröſen Gas zu Salpeterſäure verbunden.

Bey allen eudiometriſchen mit geſchwängerten Auflöſungen vorgenommenen Prozeſſen ſey es eine Hauptſache, den Zeitpunkt genau zu beobachten, wo die Verſchluckung ihre Endſchaft erreiche; denn gleich nach dieſer Beendigung fange das Volumen des übriggebliebenen Gas wieder etwas zu wachſen an, und nach einigen Stunden betrage dieſe Zunahme oft einige Hunderttheile an der Skale der Eudiometerröhre.

Dieſer Umſtand hange von der allmähligen Zerſetzung der während des Verſuchs erzeugten Salpeterſäure ab, welcher von dem grünen Eiſenvitriole bewirkt werde. Hierauf entſtehe eine kleine Elaſticität luftförmiger Flüſſigkeit, vornämlich nitröſes Gas, welches keine Verwandtſchaft zum ſalz- oder ſchwefelſauren Eiſen habe; dieſe entbinde ſich allmählig, und verbinde ſich mit dem zurückgebliebenen Nitrogengas.

Die geſchwängerte Auflöſung des grünen ſalzſauren Eiſens wirke viel ſchneller als die des ſchwefelſauren. In den Fällen, wo man dieſe metalliſchen Salze nicht im reinſten Zuſtande haben könne, ſey auch der gemeine Eiſenvitriol zu gebrauchen. Ein Cubikzoll von einer mäßig geſchwängerten Auflöſung könne 5 bis 6 Cubikzoll

Oxygen bey dem gewöhnlichen Verfahren abſorbiren, aber dieſe ganze Quantität dürfe nicht mehr als einmal bey jedem Verſuche angewandt werden.

Eine Menge vergleichende Verſuche, welche Davy im Jul. Aug. u. Sept. 1800. über die Luftbeſchaffenheit zu Briſtol mit Phosphor, Schwefelleber und der angeführten geſchwängerten Auflöſung angeſtellt hatte, bewieſen die Genauigkeit des Verfahrens aufs vollkommenſte.

Bey verſchiedenen Unterſuchungen der atmoſphäriſchen Luft an verſchiedenen Orten mittelſt der geſchwängerten Auflöſungen hat Davy nie eine merkliche Verſchiedenheit in der Proportion ihrer Beſtandtheile bemerken können. Seeluft aus der Mündung der Severn, die bey dem anhaltenden Weſtwinde über den größten Theil des atlantiſchen Meers geſtrichen ſeyn mußte, enthielt nicht mehr als 21 im Hundert Sauerſtoffgas, und dieß iſt ungefähr eben das Verhältniß, welches D. Beddoes auf der Küſte von Guinea durch zwey Wundärzte von Liverpool erhalten hat.

Wenn man überhaupt mehrere an verſchiedenen Orten angeſtellte Verſuche mit einander vergleiche, ſo habe man hinreichenden Grund zu ſchließen, daß die Luft aller Orten, wenn ſie nur den Winden ausgeſetzt ſey, immer die nämlichen Procente an Sauer- und Stickſtoff in ſich halte.

Ventilator.

Cavallo [m]) führt aus einer engliſchen Schrift: practical Treatiſe on Chimneys, über die beſte Art, in ein

m) Abhandlung über die Natur und Eigenſchaften der Luft. A. d. Engl. Leipz. 1783. 8. S. 175. f.

ein Zimmer friſche Luft zu bringen, folgende Bemerkung an. Man kann aus einer Oeffnung in oder nahe bey der Decke des Zimmers eine kleine Röhre entweder bis auf die Spitze des Gebäudes hinaufführen, oder ihr ſonſt eine Verbindung mit der äußern Luft geben. Sobald das Feuer einige Theile der Luft im Zimmer erwärmt hat, dehnen ſich dieſe ſogleich aus, und ſteigen in die Höhe, andere nach und nach erwärmte und verdünnte Theile drucken alsdann nach, und treiben die leichteſten Theile durch die Oeffnung in der Decke hinaus. Dadurch wird die verdorbene Luft nach und nach hinweggeſchafft, ohne daß ſie wieder in die niedrigern Gegenden herabkommen kann.

Um aber friſche Luft ins Zimmer zu bringen, mache man noch eine andere Oeffnung in die Decke, und verbinde dieſelbe mit einer engen Röhre, welche auf die äußere Seite der Mauer, oder in einen andern ſchicklichen Theil des Gebäudes, hier aber umgebogen und niederwärts bis an den Erdboden geleitet wird. Hierdurch wird die kalte und dichtere äußere Luft nahe am Erdboden in die untere Oeffnung der Röhre getrieben, und ſteigt in eben dem Maaße ins Zimmer auf, in welchem die erwärmte Luft durch jedes Zugrohr in die höhern Gegenden entweicht. Dieſe ſchwere Luft ſinkt, ſobald ſie das Zimmer erreicht, durch ihr Gewicht gegen den Boden herab, vermiſcht ſich während des Fallens nach und nach mit der erwärmten, und wird dadurch ſo gleichförmig durch das Zimmer vertheilt, daß ſie die Lichter und Perſonen nur unmerklich erreicht, ohne die Unbequemlichkeiten zu verurſachen, denen man ſich bey den gewöhnlichen Wegen, friſche Luft einzulaſſen, unterwerfen muß. Wäre die Zugröhre näher am Boden des Zimmers angebracht, ſo würde die Luft in einem ſtarken und ununterbrochenen

Zuge gegen das Feuer zu gehen, ſie würde die Schenkel und untern Theile des Körpers der im Zimmer befindlichen Perſonen treffen, und eine unangenehme und ſchädliche Kälte veranlaſſen. Auf die beſchriebene Art kann man den Zimmern mit geringen Koſten eine gleiche und mäßige Wärme geben, ohne auf der einen Seite die Geſundheit ihrer Bewohner durch das Einathmen einer ſtagnirenden oder faulen Luft in Gefahr zu ſetzen, und auf der andern ihnen Erkältungen und rhevmatiſche Zufälle zuzuziehen.

Einen andern ſehr einfachen Ventilator hat Herr de l'Isle de St. Martin [n]) angegeben.

Noch mehr hat Parrot [o]) die wenig bearbeitete Lehre der Ventilatoren mit neuen Unterſuchungen bereichert. Er geht von dem Grundſatze aus, auf welchem auch die von Cavallo angeführte Bemerkung beruht: wenn ungeſunde Luft fortgeſchafft, und deren Stelle durch friſche erſetzt werden ſoll, ſo muß im Zimmer eine doppelte Röhre vorhanden ſeyn; eine, deren Mündung mit dem oberſten Theile der Luft, und eine zweyte, deren Oeffnung mit dem unterſten derſelben verbunden iſt. Ein auffallendes Beyſpiel von der Wirkung zweyer ſolcher Röhren, deren Mündungen in verſchiedenen Höhen ſind, gibt eine Lichtflamme, die man in eine offene Thür zwiſchen zwey Zimmern von verſchiedener Temperatur ſtellt. Man wird einen doppelten Luftſtrom in dieſer Thür bemerken, der untere wird ſeine Richtung ins wärmere Zimmer nehmen, und der obere eine ent-

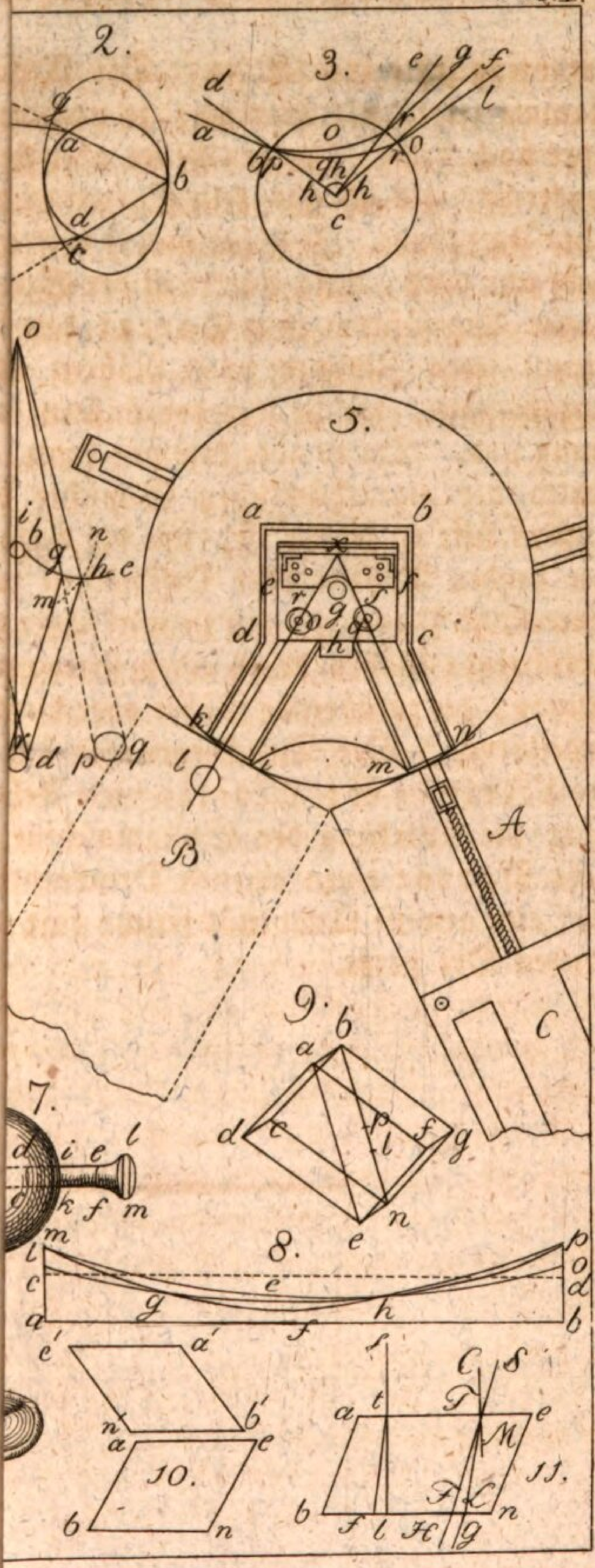
n) Journal de phyſique. 1788. Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik. B. VI. St. 1. S. 81. f.

o) Zweckmäßiger Luftreiniger theoretiſch und praktiſch beſchrieben. Frankf. a. Mayn 1793. 8.

entgegengeſetzte ins kältere. Die Richtung der Lichtflamme zeigt dieſe Ströme, je nachdem man ſie tief oder hoch ſtellt. In der Mitte aber ſteht die Flamme ſenkrecht, als ob gar kein Strom weder unten noch oben ſtatt fände. Je höher und je niedriger die Flamme gebracht wird, deſto ſtärker iſt der Strom. Vermöge dieſes Angeführten thut Parrot den Vorſchlag, in einem jeden Zimmer zwey Röhren oder Oeffnungen anzubringen, welche mit der äußern Luft in Verbindung ſind. Da es aber kommen kann, daß der Unterſchied der eigenthümlichen Gewichte der innern und äußern Luft zu gering iſt, um die verlangte Wirkung der beyden Röhren oder Oeffnungen zu erhalten, ſo unterſtützt Parrot, um ſie wirkſamer zu machen, die abführende Röhre durch einen ſogenannten Saugventilator, die zuführende Röhre aber durch einen Druckventilator. Der Druckventilator hat mit dem von de L'Isle de St. Martin viele Aehnlichkeit. Um aber die Wirkung der Saugmaſchine zu vermehren, gibt Parrot einen eigenen Druckventilator an, welcher eine gewiſſe Quantität friſche Luft in den zu reinigenden Ort preßt.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Tab. I.



ez 4

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Fischer, Johann Carl,

Geschichte der Physik seit der Wiederherstellung der Künste und Wissenschaften bis auf die neuesten Zeiten

Bd.: 7

Göttingen (1806)

H.lit.u. 109-43
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10447557-2
VD18 12058645-001